Efeito do Genótipo na Rede Nacional de Ensaios de Adaptação da Cultura do Arroz

Avaliação agronómica de genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) em ensaios multi-locais

Bruno Manuel Jerónimo Monteiro

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Agronómica

Orientadores: Professor Doutor José Pimentel de Castro Coelho
Doutora Ana Sofia Vieira Dias de Almeida

Júri:

Presidente: Doutor Joaquim Miguel Rangel da Cunha Costa, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais:

Doutor Arlindo Lima, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Doutora Ana Sofia Vieira Dias de Almeida, Investigadora Auxiliar do Instituto Nacional de Investigação e Veterinária.

2018

Agradecimentos

Ao Profº. Doutor José Coelho por me ter aceite como orientando, pela paciência, dedicação e empenho que sempre me mostrou ao longo do decorrer da dissertação.

À Doutora Ana Sofia de Almeida por ter aceito ser minha orientadora, toda a dedicação, toda a força. Por me transmitir todos os “saberes” possíveis da cultura do arroz.

À Engª. Paula Marques por me ter facultado objetos de trabalho, por me ter oferecido sempre ajuda e me ter ensinado que na prática não é possível prever nem se consegue realizar todos os objetivos propostos nas alturas que são precisos.

À Engª. Cátia Silva por me ter ajudado em toda a recolha de dados e sempre me ter oferecido ajuda.

A todos os trabalhadores do COTArroz, por me terem ensinado um pouco mais sobre o dia-a-dia numa associação e também sobre a cultura do arroz.

Ao IPMA, á Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia e ao Engº. António Jordão pela cedência dos dados meteorológicos para a conclusão desta dissertação

A toda a minha família e amigos por todo o apoio que me deram e pelo incentivo em fazer esta dissertação.

Às minhas irmãs que torceram para a conclusão desta dissertação com sucesso.

À minha mãe por todos os esforços, por tudo o que abdicou por mim e por ser a pessoa que é.

A ti, que por infelicidade da vida, não me podes ver crescer pessoalmente e profissionalmente, mas que te devo muito. Sendo por ti e graças a todo o teu esforço, que concluo este ciclo.

Resumo

A realização desta dissertação tem como objetivo estudar a variabilidade genética na resposta de parâmetros agronómicos dos genótipos de arroz (*Oryza sativa L.)* ensaiados no Programa Nacional de Melhoramento Genético do Arroz. Tratam-se de materiais promissores e candidatos a integrar o catálogo nacional de variedades explorando a interação entre genótipo x ambiente. Com os ensaios aqui analisados pretende-se saber quais os genótipos com ciclos fenológicos mais ajustados e com melhores performances em termos de produção de grão numa dada região. O principal objetivo é a avaliação do comportamento e a adaptação de diferentes genótipos, em concreto as linhas mais avançadas do corrente Programa Nacional de Melhoramento Genético de Arroz, nas 3 regiões onde se produz arroz em Portugal: Mondego, Tejo e Sado. Os dados aqui apresentados e tratados, referem-se aos resultados obtidos nos campos experimentais daquelas regiões no ano de 2018.

No decorrer do ensaio, nas três regiões, foi possível observar que as datas fenológicas são todas elas diferentes. Quer isto dizer, que as variedades colocadas em teste apresentam ciclos fenológicos diferentes consoante o clima em que se encontram. No geral, constatou-se que na região do Tejo as variedades de arroz em ensaio apresentaram ciclos até à maturação mais curtos.

No ensaio foram utilizadas variedades pertencentes à subespécie Indica e à subespécie Japónica.

Palavras – Chave

Arroz, Variedades, Melhoramento Genético, Adaptação, Portugal;

Abstract

The objective of this dissertation is to study the genetic variability in the response of agronomic parameters of the rice genotypes (*Oryza sativa* L.) tested in the National Program for Genetic Improvement of Rice. These are promising materials and candidates to integrate the national catalog of varieties exploring the interaction between genotype x environment. With the tests analyzed here we intend to know which genotypes with better adjusted phenological cycles and with better performances in terms of grain production in a given region. The main objective is to evaluate the behavior and adaptation of different genotypes, specifically the most advanced lines of the current National Genetic Improvement Program for Rice, in the three regions where rice is produced in Portugal: Mondego, Tejo and Sado. The data presented here and treated, refer to the results obtained in the experimental fields of those regions in the year 2018.

In the course of the test, in the three regions, it was possible to observe that the phenological dates are all different. That is to say, that the varieties put in test they present different phenological cycles according to the climate in which they are. In general, it was found that in the Tejo region the varieties of rice under test showed shorter maturation cycles.

The varieties used in the test, at the three regions, were of different subspecies, Indica and Japónica.

Key Words

Rice, Varieties, Genetic Improvement, Adaptation, Portugal;

Índice

Lista de Figuras

Lista de Quadros

Lista de Abreviaturas

DAS	Dias Após a Sementeira
DGAV	Direção Geral de Agricultura e Veterinária
INIAV	Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária
COTArroz	Centro Operativo e Tecnológico do Arroz
RNE	Rede Nacional de Ensaios
OP	Organizações de Produtores
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
ESAC	Escola Superior Agrária de Coimbra
IT	Integral Térmico
kg/ano	Quilograma por ano
t. ha^{-1}	Toneladas por hectare
°C	Graus Celsius
%	Percentagem
N	Azoto
P	Fósforo
K	Potássio
Ca	Cálcio
Mg	Magnésio
S	Enxofre
Fe	Ferro
Mn	Manganês
CO_2	Dióxido de Carbono
NH_4^-	Amónia
NO_3^-	Nitrato
mm	Milímetros
cm	Centímetros
h	Horas

Introdução

A interrupção da investigação em melhoramento genético da cultura do arroz, ocorrida no final da década de 80, que era levada a cabo pelo antigo INIA, atual Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV, I.P.), e consequentemente do fluxo de obtenção de novas variedades nacionais, levou a que as indústrias e os próprios agricultores iniciassem a importação de variedades estrangeiras, sobretudo italianas. Presentemente, o número de variedades de arroz disponíveis no mercado é bastante considerável, havendo, no entanto, um número muito reduzido, apenas duas, variedades portuguesas.

No sentido de resolver este problema, desde 2003 que o INIAV e o Centro Operativo e Tecnológico do Arroz –COTArroz (este Centro nasceu a partir de uma associação criada por todos os agentes da fileira do arroz: investigação, produção e indústria) têm vindo a desenvolver um programa base de melhoramento do arroz nos campos experimentais do COTArroz, em Salvaterra de Magos, onde são instalados, anualmente, blocos de cruzamentos (progenitores base de cada ano) e executados os cruzamentos artificiais. Sendo ainda semeadas parcelas de gerações segregantes, ensaios de avaliação de rendimento, ensaios de carácter ecofisiológico, parcelas de germoplasma introduzido de outros programas internacionais e as parcelas de seleção de manutenção. O Programa desenvolve-se ainda nos campos experimentais da DRAP Centro, em Montemor-o-Velho (região do Mondego) e da APARROZ, em Alcácer do Sal (região do Sado). Este Programa tem permitido desenvolver as novas variedades portuguesas.

Para reforçar o Programa foi criada, em 2014, a Rede de Ensaios de Adaptação (REA), que anualmente instala e conduz ensaios em múltiplos locais, para avaliação agronómica e da qualidade tecnológica de linhas avançadas que provêm do Programa de Melhoramento do Arroz. Neste contexto, existem ensaios com um delineamento experimental comum nas 3 grandes áreas produtoras de arroz em Portugal, concretamente no Mondego, no Tejo e no Sado, que permitem avaliar a interação genótipo x ambiente. As entidades que integram a REA são o INIAV I.P., o COTArroz, a Benagro e a APARROZ, sendo estas duas últimas organizações de produtores (OP's).

Como fruto de todo este intenso programa de trabalhos, no ano de 2017, foram inscritas duas variedades no Catálogo Nacional de Variedades (CNV), a saber: a Ceres, arroz de variedade carolino, e a Maçarico, arroz de variedade agulha.

Neste estudo, levado a cabo com a colaboração do INIAV e do COTArroz, pretende-se estudar quais os parâmetros agronómicos mais sensíveis à influência da interação genótipo x ambiente, bem como quais os genótipos com ciclos fenológicos mais ajustados e com melhores performances em termos de produção de grão numa dada região. O objetivo é, pois, o de avaliar o comportamento e a adaptação e comparar com variedades

comerciais utilizadas pelos orizicultores, de diferentes variedades, nomeadamente um genótipo que provêm das linhas mais avançadas do corrente Programa Nacional de Melhoramento Genético de Arroz, nas 3 regiões onde se produz arroz em Portugal: Mondego, Tejo e Sado. Os dados que iremos tratar referem-se aos resultados dos campos experimentais do ano de 2018.

Os métodos utilizados para a realização desta dissertação, para se proceder à leitura de doenças no campo para a posterior avaliação de resistências as doenças Piriculariose e Helmintosporiose, foi a partir da Escala de SAARi y Prescott.

1. Revisão Bibliográfica

1.1. Produção de Arroz

1.1.1. Produção a nível mundial

A nível de produção, a cultura do arroz, é a 2º mais produzida mundialmente (atrás do milho). É uma das culturas cerealíferas mais presente na base da alimentação de cerca de 50% da população mundial, compreendendo duas grandes subespécies, Japónica (carolino) e Índica (agulha) (Nakayama, 2005; Wani et al., 2012). Este cereal tem uma produção de cerca de 500 milhões de toneladas, a qual tem vindo a aumentar linearmente ao longo dos anos, tal como o consumo e também o armazenamento (Anexo 1).

O país que tem a maior área cultivada é a Índia (44 Mha), no entanto a maior produtora, em termos de volume, é a China (Almeida, 2017).

1.1.2. Produção na Europa

A nível europeu (EU 27), a produção de arroz em casca é de cerca de 3 Milhões de toneladas por ano, em casca, numa área aproximada de 466.000 ha, o que nos dá uma produtividade média de 5,8 tonelada/ano. Comparando com o consumo, surge uma necessidade de importação de 1 milhão de toneladas por ano proveniente dos países asiáticos, que os torna, asiáticos e europeus, maiores exportadores e importadores, respetivamente (Almeida*, 2017*). Como é possível verificar no Anexo 2, a Europa tem um excedente de importação relativamente à exportação, ao longo dos anos, o que a torna algo dependente de países asiáticos e americanos. A produção de arroz, o consumo e o armazenamento têm sido constantes e crescentes ao longo dos anos (Anexo 2).

1.1.3. Produção em Portugal

Em Portugal, o cultivo de arroz introduziu-se no Séc. VIII pelos Árabes. A área cultivada, em regadio, tem oscilado entre os 28 e 30 mil hectares, ao que corresponde uma produção de 180 000 toneladas (Anexo 3), distribuindo-se por 3 grandes zonas produtoras: Vale do Mondego, Vale do Tejo e do Sorraia e Vale do Sado.

O consumo português *per capita* de arroz é cerca de 17kg/ano (Almeida, 2017). Existindo na gastronomia tradicional portuguesa muitos pratos à base de arroz, esta cultura é importante para os portugueses. O arroz, é um alimento bastante utilizado na gastronomia portuguesa (arroz de marisco, arroz de pato, arroz doce, entre outros) e, isso, deve-se à sua

forte capacidade de absorção de sabores e aromas, por exemplo das ervas aromáticas, tal como devido à nossa propensão para a produção de arroz do tipo carolino (Modesto, 2004), adequado às nossas condições climáticas, as quais são favoráveis ao seu cultivo. Para contextualização é feita uma caracterização edafoclimática de Portugal, referenciando uma caraterização global das três zonas produtoras.

1.1.4. Caracterização Edafoclimática de Portugal

Em Portugal Continental a temperatura média do ar encontra-se nos 16 °C (IPMA, 2018). No entanto, ao longo dos anos esta temperatura tem vindo a aumentar, quando comparada com os anos de 1980.

O ano de 2017, foi um ano extremamente quente e seco (IPMA, 2018). Foi o segundo ano mais quente a nível nacional, desde 1931. Onde a temperatura média do ar foi 16,33 °C, um aumento de 1,07 °C em relação ao valor de norma climatológica (1971-2000).

Ao nível da precipitação, o valor médio anual, em quantidade, foi o terceiro mais baixo, onde se pode referir que 2005 e 2007, de acordo com o IPMA, foram os anos com menor precipitação.

A nível edáfico, Portugal, tem uma grande variedade de solos (Figura 1) podendo encontrar-se solos mais arenosos (Arenossoslos) aos mais argilosos (Vertissolos). Surgindo com ela uma diversificação de paisagens e assim uma diferente utilização de solos.

Tal como em Portugal, nos locais onde se realizaram os ensaios, nomeadamente, Vale do Mondego, Vale do Tejo e Vale do Sado, existe uma diversificação de solos. No entanto, os três locais consideram-se aptos para a instalação da cultura, pois preenchem os requisitos da cultura do arroz (Quadro 1).

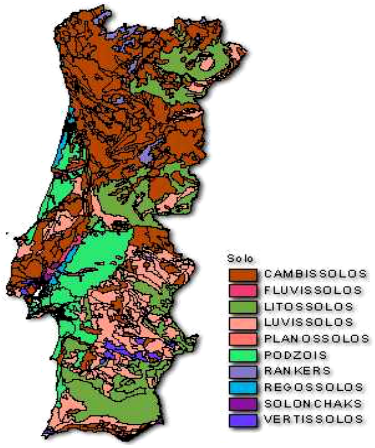


Figura 1 *- Carta dos solos de Portugal, com identificação dos locais do ensaio. Escala de 1: 1 000 000. (Fonte: http://www.iambiente.pt/atlas/est/index.jsp*

Quadro 1 *- Requisitos da Cultura do Arroz*

Cultura	Variável	Mínima reduzida	Mínima. moderada	Mínima elevada	Máxima elevada	Máxima moderada	Máxima reduzida
Arroz	Declive (1)				1	1	1
Arroz	Espessura (cm)	30	40	50			
Arroz	Textura (2)	2	2	3	4	4	4
Arroz	pH	4,5	5	5,5	7,5	8	8,5
Arroz	Geada						2
Arroz	IT (h)	1600	1700	1900			
Arroz	Tmáx. (ºC)						35
Arroz	Tmin. (ºC)	5					

(1) – Classificação do Declive a partir da erodibilidade do CNROA: 1 - 0-3% (plano ou muito suave); 2 – 3-6% (suave); 3 – 6-16% (mediano); 4 – 16-25% (acentuado); 5 - <25% (muito acentuado);

(2) – Classificação da Textura: 1 – Arenosa; 2 – Franco-Arenosa; 3- Franca; 4 – Franco-Argilosa ou Franco-Limosa: 5 – Argilosa ou Limosa; Dados recolhidos da Agribase (espessura e pH); Cultivos Herbáceos Extensivos (Geada); SWS - Illinois State Water Survey (Temperatura);

1.1.4.1. Caracterização do Vale do Mondego

A região do Vale do Mondego, mais precisamente o baixo Mondego, é uma zona no centro norte português. Onde se pode encontrar uma temperatura média anual de 15,5ºC. O clima desta zona caracteriza-se por invernos amenos e verões frescos, como se observa na Figura 2.

Como é possível verificar na Figura 3, a precipitação média anual é de 832 mm, no entanto existe uma diminuição da precipitação anual nos últimos anos. Os meses de outubro a fevereiro são os meses de precipitação mais abundante. No qual, e como clima mediterrânico, os meses de verão são secos a reduzidos a nível de precipitação (Figura 4).

A nível de solos, o vale do mondego, Baixo Mondego, é do tipo de Fluviossolos. São solos com origem Fluvial, que apresentam a montante, de Montemor-o-Velho, uma textura mais pesada, sendo franco limosa e a jusante franco argilo-limosa (Faria *et al.*, 2002). Nos solos onde foram efetuados os ensaios, foram realizadas análises aos solos em 2015 (Anexo 3) onde se verifica que são solos que tem uma textura pesada e no qual o pH do solo é acido. Relativamente aos teores de matéria orgânica são valores registados como médios, no entanto os valores de fósforo e potássio extraível são médios e altos.

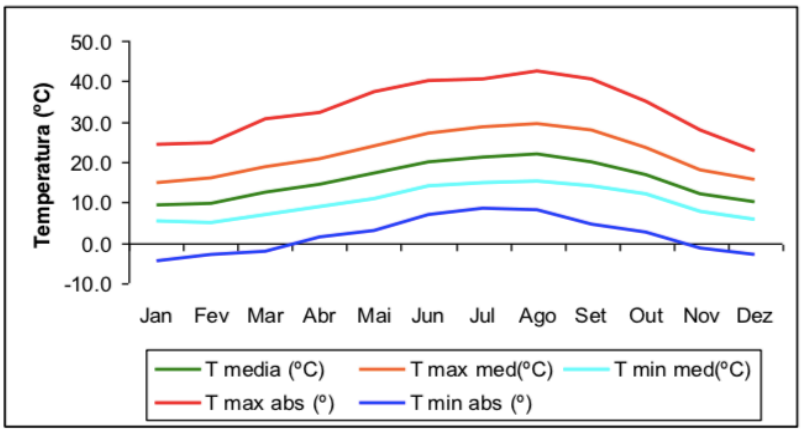


Figura 2 *- Temperaturas Médias, Máximas e Mínimas, estação da ESAC (2002-2015). (Fonte: Nunes, 2016).*

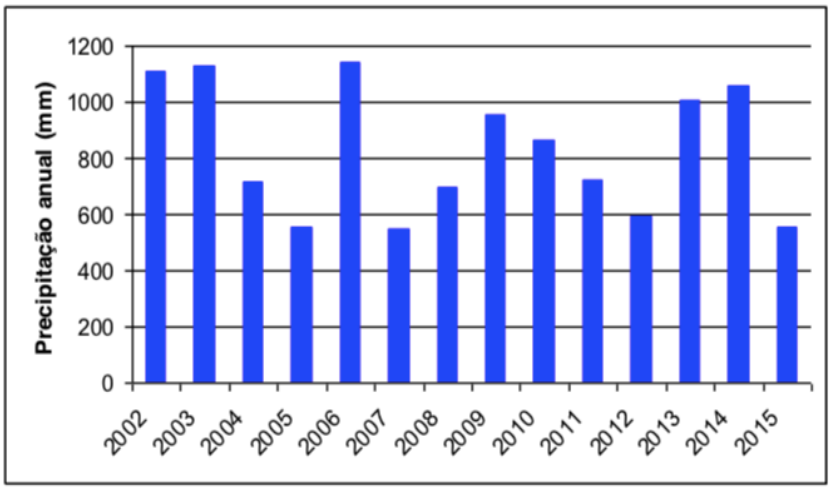


Figura 3 *- Precipitação Média Anual, estação da ESAC (2002-2015) (Fonte: Nunes, 2016).*

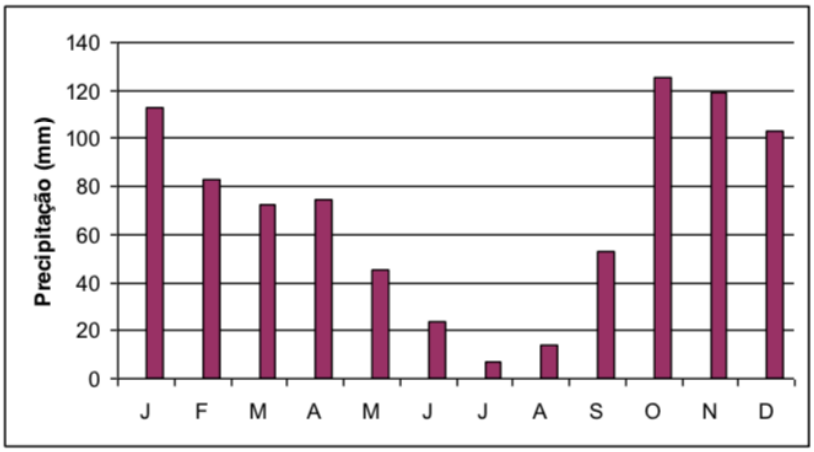


Figura 4 *- Precipitação Média Mensal, estação da ESAC (2002-2015) (Fonte: Nunes, 2016).*

1.1.4.2. Caracterização do Vale do Tejo

O Vale do Tejo apresenta solos do tipo Hidromórficos Para – Aluviossolos de aluviões ou coluviais (Figura 1) com uma textura mais pesada (Caa), tal como no Vale do Sado, e mediana (Ca). Contudo, contem também solos do tipo Aluviossolos Modernos não Calcários com uma textura pesada (Aa) e mediana (A) (Faria *et al.*, 2002). Nos solos onde foram efetuados os ensaios, foram realizadas análises aos solos em 2017 (Anexo 4) onde se verifica que são solos que tem uma textura média e no qual a reação do solo, ou seja, o pH do solo é pouco ácido. Relativamente aos teores de matéria orgânica são médios, no entanto os valores de fósforo e potássio extraível são altos.

Nos meses de janeiro a abril e de outubro a dezembro é onde se observa o maior registo de precipitação, sendo clima mediterrânico, os meses de verão são secos e quentes (Figura 5). A precipitação média anual é de 710,32 mm. A temperatura média anual ronda os 15,8ºC. Tendo temperaturas máximas de 30 °C e mínimas de 5 °C (Figura 6).

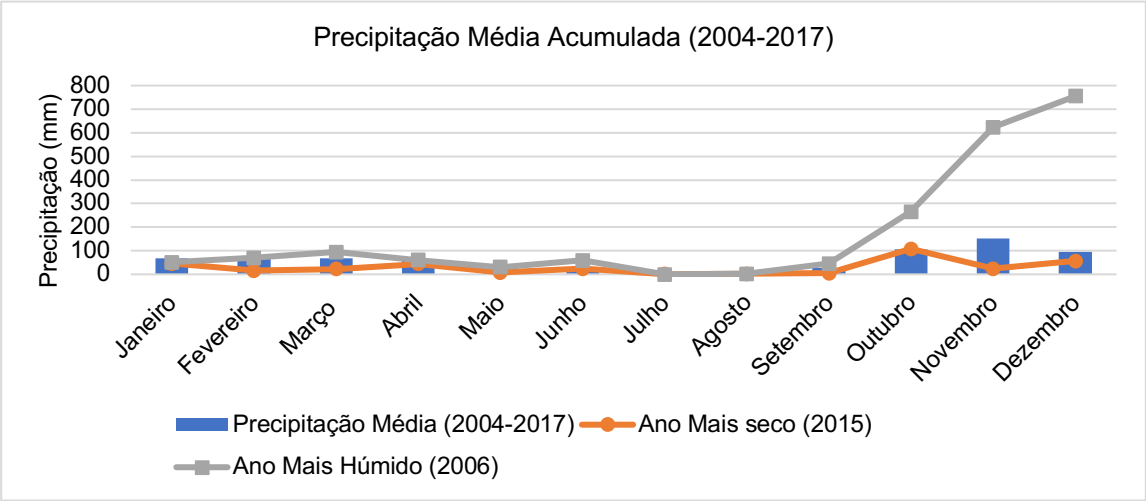


Figura 5 *- Precipitação Acumulada Média, estação de Paúl de Magos (2004-2017).*

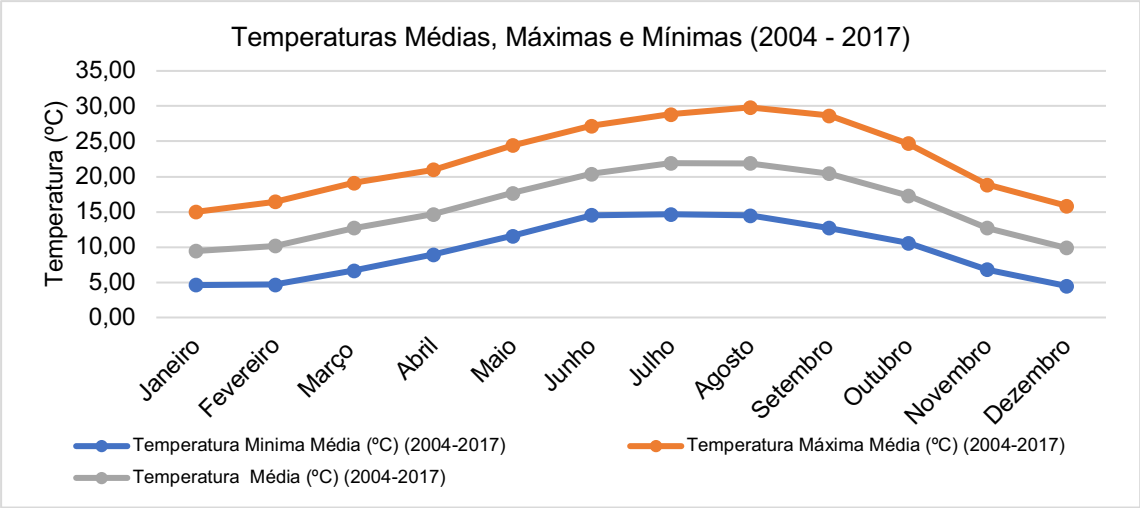


Figura 6 *- Temperaturas Médias, Máximas e Mínimas, estação do Paúl de Magos (2004-2017).*

1.1.4.3. Caracterização do Vale do Sado

O vale do Sado é predominante em solos do tipo Hidromórficos Para – Aluviossolos (Figura 1) com uma textura pesada (Caa), no entanto arenosa. Apresenta solos do tipo Salinos de Aluviões de uma textura pesada, tanto em Salinidade Moderada (Asa) como de Salinidade Elevada (Assa) (Faria *et al.*, 2002). Nos solos onde foram efetuados os ensaios, foram realizadas análises aos solos em 2016 (Anexo 5) onde se verifica que são solos que tem uma textura média e no qual a reação do solo varia entre ácido e moderadamente ácido. Relativamente aos teores de matéria orgânica são muito baixos, no entanto os valores de fósforo e potássio extraível são médios e altos.

Os meses compreendidos entre as estações de outono à Primavera são os meses que registam precipitação e os meses de verão são secos e quentes (Figura 7), o que é normal devido ao clima ser mediterrânico. A precipitação média anual é de 508,9 mm. A temperatura média anual ronda os 16,2 °C, as temperaturas máximas rondam os 30 °C e mínimas de 5 °C como se pode verificar na Figura 8.

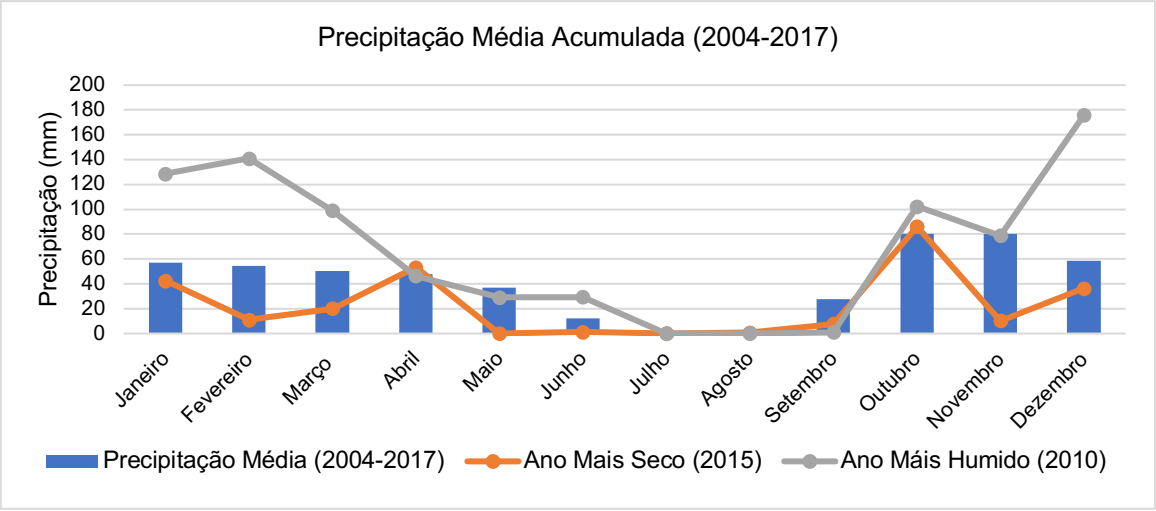


Figura 7 *- Precipitação Acumulada Média, estação de Vale de Gaio (2004-2017).*

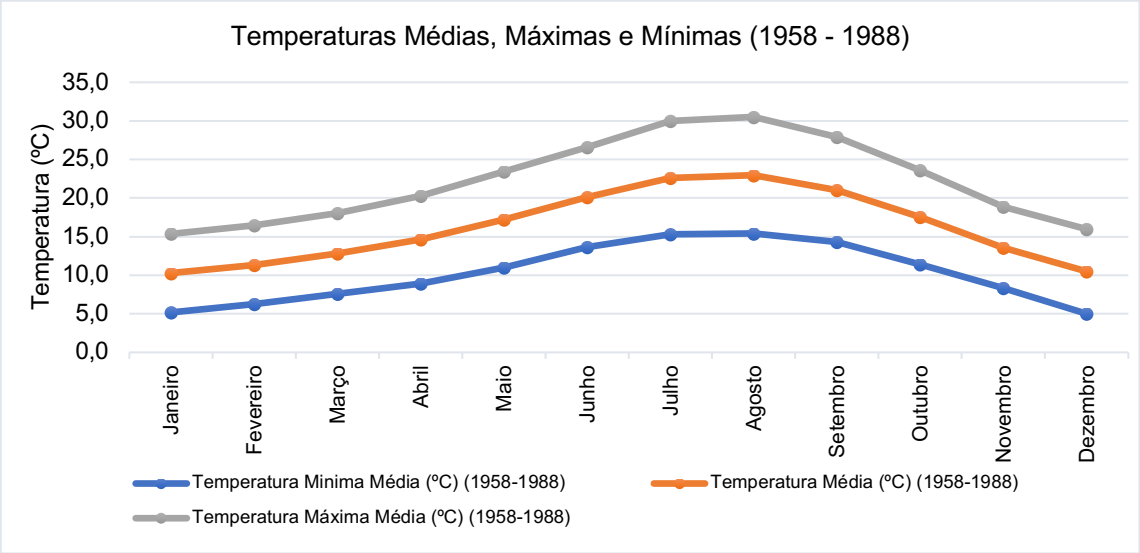


Figura 8 *- Temperaturas Médias, Máximas e Mínimas, estação de Alcácer do Sal (1958-1988).*

Com a caraterização climática acima referida, é possível observar a irregularidade interanual do clima mediterrânico, denotando-se que existem valores de precipitação mais elevados na Primavera, Outono e Inverno. Ainda é possível verificar que existe constrangimentos para a produção de arroz em Portugal, devido às temperaturas que se fazem sentir nos locais nas alturas chaves para o crescimento e desenvolvimento das plantas (como será explicado mais a frente na Página 14). Por exemplo, na região do Mondego, as temperaturas mínimas nos meses de abril e maio, que se situam perto dos 10 °C, diminuem o poder de germinação da plântula, pois estas devem ser superiores a 12 º C (Quadro 2). Pode ainda referir-se, que a temperatura ótima de 30 °C para a fase de afilhamento da cultura, nos meses de maio e junho, nunca é atingida em qualquer uma das três regiões, onde se realizaram os ensaios.

Apesar de a cultura de arroz ser uma cultura que em grande parte do seu ciclo se encontra alagada, na sementeira a seco, as precipitações tardias e as temperaturas baixas podem levar a atrasos das datas de sementeira e posteriormente ao desenvolvimento da planta. No entanto, e devido as irregularidades do clima mediterrânico, a cultura do arroz é semeada nos fins de abril e inícios de maio, onde podemos encontrar temperaturas acima dos 12 °C (temperaturas mínimas para a germinação) e precipitações.

1.2. Cultura do Arroz

O arroz é uma cultura arvense, sendo uma planta herbácea anual. Em termos de taxonomia, pertence:

- Família: *Poaceae* (gramíneas)
- Género: *Oryza*
- Espécie: *Oryza sativa*, L. (cultivada em Portugal); e *Oryza glaberrima* Steud. (cultivada na África Ocidental);
- Subespécies: Índica e Japónica (Portugal e restantes países produtores); e Javânica (Indonésia).

O arroz é uma planta originária do Sudeste Asiático, mas com local incerto de origem. Alguns historiadores e botânicos defendem que o centro de origem é a China. Outros defendem que a verdadeira origem será a Índia. Isto, porque a Índia ainda hoje apresenta as melhores condições naturais para a produção de arroz sem a intervenção do homem. Existem, no entanto, inúmeros autores que afirmam que o arroz foi domesticado em três locais diferentes, Índia, Indonésia e China (Shalbroeck, 2001). Com as trocas comerciais, o arroz passou sucessivamente da Asia para o Oriente, para a Pérsia e a Arábia, tendo, finalmente, chegado ao Ocidente (Silva, 1986).

A sua produção de grão depende, essencialmente, de três componentes chave que são considerados os componentes da produção:

i) Nº de panículas/m^2;
ii) Nº de grãos por panícula;
iii) Peso de 1000 grãos.

Os parâmetros i), ii) e iii), são fixados/determinados nas fases vegetativa, reprodutiva e de maturação, respetivamente.

A produção do grão, regra geral, é diretamente proporcional ao comprimento/duração do ciclo vegetativo/produtivo, até que se atinja uma relação ótima entre o peso da planta e o peso do grão. Para lá desta relação o acréscimo da produtividade torna-se inviável, pois o índice de colheita diminui (Silva, 1986).

Esta cultura, é uma cultura que se encontra em estudo contínuo, de modo a se obterem novas variedades geneticamente melhoradas. Variedades essas, que sejam mais bem-adaptadas e produtivas com os novos cenários climáticos resultantes das alterações climáticas (temperaturas elevadas, secas prolongadas, entre outras), bem como resistentes à acama, salinidade, pragas e a doenças.

No mundo existem atualmente mais de 200 variedades de arroz, mas o número que é cultivado e utilizado para consumo é muito inferior.

1.2.1 Aspetos gerais de morfologia, desenvolvimento e crescimento

A morfologia externa da planta do arroz é constituída por:

a) Raiz fasciculada - Com raízes adventícias que contem uma coifa na extremidade final (Figura 9). A sua cor, grossura e quantidade de ramificação depende das variedades, que, por sua vez, depende do tipo de solo. As variedades tardias, normalmente, possuem um sistema radicular mais desenvolvido que as precoces, pois tem um ciclo mais longo (Castelo, 2009).
b) Caule – Colmo com nós (três a cinco por planta) e entrenós ocos e envolvidos pela bainha das folhas (Figura 10). A quantidade de caules depende do grau de afilhamento. A sua cor pode variar entre verde, verde estriado de vermelho e verde estreado de violeta. A altura dos caules pode variar entre 60 cm (baixa), 60 a 85 cm (mediana) e 86 a 110 cm (alta). Os colmos da planta podem ser eretos, geniculados ou sub-geniculados (conforme o ângulo que este faz com a vertical).
c) Folhas – As folhas possuem bainhas, lígula e limbo, que tem uma forma lanceolada (Figura 10). A coloração das folhas varia entre verde claro ou amarelado a verde escuro. A lígula varia de tamanho entre curta (inferior a 1,5 mm) a longa (superior a 3,5 mm), enquanto que a largura varia entre estreita (inferior a 10 mm) a larga (superior a 15 mm).
d) Flores - A inflorescência é uma panícula de espiguetas com flores hermafroditas, como se pode observar na Figura 11. As espiguetas, múticas ou aristadas (dependendo de a glumela ter ou não arista), estão colocadas nas

ramificações das panículas, sendo estas solitárias ou em grupo. Têm um pecíolo e duas glumas sub-iguais na base. A coloração da espigueta, e todos os seus constituintes, variam consoante a variedade de arroz (Portero, 2010).

e) Grãos ou Frutos – Cariopse de cor verde (imaturo), estriada de vermelho, vermelho manchado, cor de âmbar ou amarelo (Figura 12). Este grão é ainda definido em termos industriais, pelo Decreto – Lei nº157/2017 de 28 de dezembro, como:
   1- Grão inteiro;
   2- Grão despontado (foi removido a ponta ou dente apical);
   3- Grão fendido, gessado (aspeto opaco), danificado e/ou deformado;
   4- Grão partido ou trinca – fragmentos de grão;
      a) Trinca grada – comprimento superior à metade do comprimento do grão;
      b) Trinca média – comprimento superior a um quarto e inferior à metade do comprimento do grão;
      c) Trinca miúda – comprimento igual ou inferior a um quarto do comprimento grão;

Figura 9 *- Raiz fasciculada da planta de arroz.*

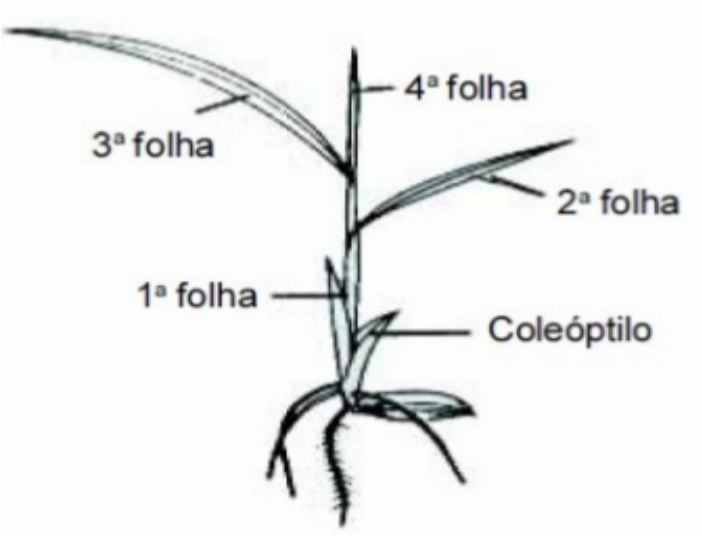


Figura 10 *- Planta de arroz em desenvolvimento (Fonte: Potafos).*

Figura 11 *- Inflorescência da cultura de arroz, Salvaterra de Magos.*

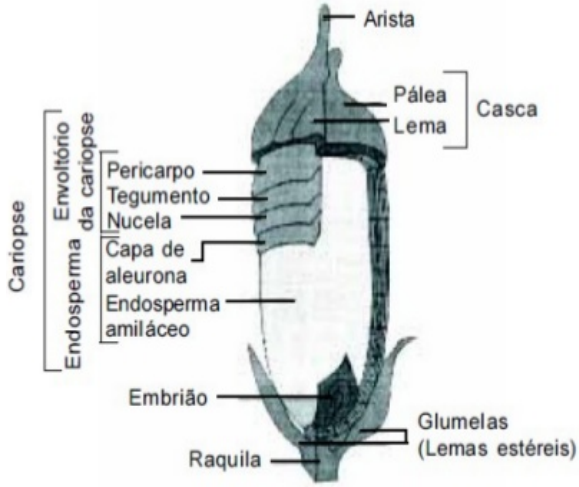


Figura 12 *- Grão de arroz (Fonte: Potafos)*

Na planta do arroz, consideram-se, habitualmente, três períodos de desenvolvimento (vegetativo, reprodutivo e de maturação):

i) O <u>período vegetativo</u>, engloba a germinação, a emergência e a pós-emergência. Este período inicia-se com a sementeira e finaliza-se com o afilhamento, onde se dá a formação da panícula ou quando a planta tem 4 folhas completamente desenvolvidas.

ii) O <u>período reprodutivo</u>, inicia-se com a formação da panícula e termina quando as flores estão prestes a ser polinizadas e fertilizadas, ou seja, na floração. Este período engloba o encanamento, o emborrachamento que pode variar entre três a cinco semanas (Silva, 2014).

iii) O período de maturação, inicia-se na floração e termina quando a planta atinge o estado pleno de maturação (amadurecimento). Este período engloba a polinização, a fecundação, o enchimento do grão e a maturação.

A duração dos períodos de desenvolvimento, ou seja, das fases de desenvolvimento (Figura 13) depende da variedade escolhida e das condições do meio em que a cultura vegeta, particularmente do clima (temperatura e radiação solar).

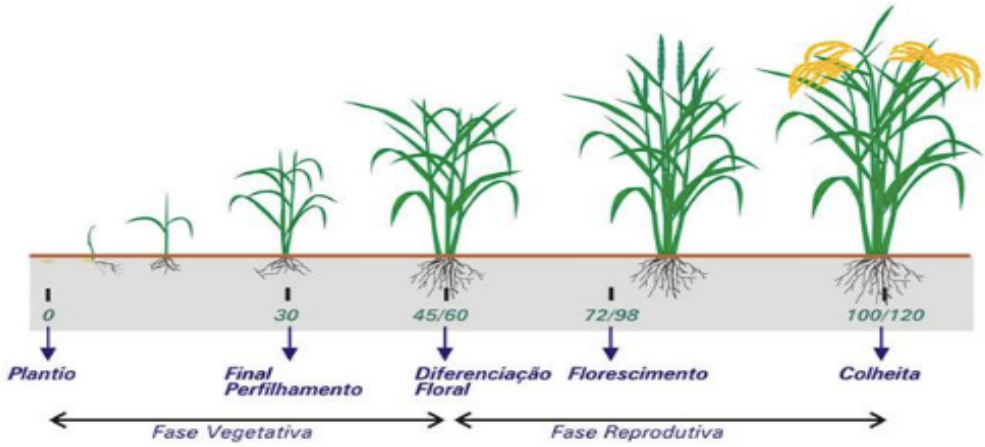


Figura 13 *- Estados Fenológicos da cultura do arroz, acompanhados com a identificação dos dias após sementeira.*
(Fonte:http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fe75wint02wx5eo07qw4xeclygdut.html).

A fase de germinação da planta tem início com a saída da radícula, a qual termina quando se atinge a emergência da planta (Romero, 1989). Como este autor refere, a germinação inicia-se quando a semente está na fase de repouso, no qual ativa o seu sistema bioquímico e deste modo desencadeia processos metabólicos. O fim desta fase (germinação) vai coincidir com o início da fotossíntese, ou seja, com a passagem à fase autotrófica da planta. O estado hidratado da semente é fundamental para que seja iniciado ou ativado o metabolismo e, por conseguinte, a germinação (Machado, 1991).

A fase de afilhamento, que se inicia com o aparecimento do primeiro filho, é aquela onde a planta tem uma maior plasticidade às variações das condições externas (Castelo, 2009).

A fase da fecundação, acontece ao mesmo tempo que o emborrachamento e espigamento, sendo esta a razão da percentagem elevada de autopolinização na cultura do arroz (Castelo, 2009). A fase que procede é a de ântese ou floração, tal como Castelo (2009) refere. Estas são assim designadas devido às anteras se tornarem visíveis.

O ciclo cultural termina com a finalização do período de maturação, ou seja, quando a maturação do grão se dá como completa ou pronta a colher, fase de colheita, (Portero, 2001). Portero (2001) cita, ainda, que o grão até atingir a Fase de Colheita, ultrapassa outras fases distintas como:

a) Fase Láctea – o albúmen é leitoso, com um número máximo de grãos de amido (razão de o albúmen ser leitoso) de cor verde e tendo um conteúdo em água e volume máximo.
b) Fase Pastosa – o grão de amido perde água. O seu pericarpo ganha cor e o albúmen fica com uma consistência pastosa.
c) Fase Semi - dura – o gão ganha consistência e o seu pericarpo ganha a cor final ou definitiva. A textura é vítrea, dextrina ou gessosa. A curvatura da panícula é uma característica desta fase e o grão não se deixa riscar.
d) Fase Dura – maturação completa. Se não for colhido, o grão torna-se progressivamente mais quebradiço e a espigueta mais frágil.

O maneio cultural que o Homem adota ao longo do desenvolvimento e crescimento da cultura vai influenciar indiretamente e diretamente a cultura. Podemos referir: i) adubação azotada, que em excesso aumenta período vegetativo podendo levar ao crescimento tardio; ii) o maneio da rega e iii) o uso de herbicidas, que, se utilizados impropriamente, pode influenciar, negativamente, o desenvolvimento da planta.

1.2.2. Fatores que afetam o desenvolvimento e o crescimento

Os fatores que afetam o desenvolvimento e o crescimento da planta do arroz depende podem ser separados em:

- Fatores climáticos - fatores como a temperatura, a luz e a água, que se encontram bastante estudados para esta cultura. Como se trata de uma cultura que é feita ao ar livre a influência do Homem sobre o controlo destes fatores torna-se mínima, apesar de através da condução da rega ser possível exercer algum controlo sobre as temperaturas e as disponibilidades hídricas.

- Fatores bióticos, ou seja, os inimigos da cultura (infestantes, doenças e pragas). Apesar de se poder contar com diversos produtos fitofarmacêuticos (herbicidas, inseticidas, fungicidas, etc.) para combater todos estes inimigos, devemos ter presente que a monocultura, que é predominante nas zonas tradicionais de produção de arroz em Portugal, tem favorecido a diminuição da resistência e o aumento das condições favoráveis para o aumento do aparecimento dos inimigos.

- Fatores edáficos, dizem respeito às características físicas, químicas e biológicas dos solos. É de referir que em solos mais pesados, de textura fina (argilosa, argilosa-limosa e argilo-arenosa), a produtividade é superior à alcançada em solos de textura

grosseira e mais ligeiros (Costa, 1973). A nível físico, devido ao facto de a cultura do arroz ser praticada sob alagamento nas nossas condições, são preferidos os solos com topografia plana e com reduzida permeabilidade. No entanto, estas características são suscetíveis de serem corrigidas, através do nivelamento e/ou da mobilização e preparação do solo, mas podem não ser economicamente viáveis ou rentáveis.

1.2.2.1 Fatores Climáticos

I. *Efeito da Temperatura*

As plantas da cultura de arroz têm exigências e necessidades térmicas para conseguir concluir com êxito o seu desenvolvimento e crescimento. Isto é, para que ocorra um bom desenvolvimento e crescimento, as plantas, têm que encontrar condições favoráveis como, ausência de geadas durante todo o ciclo cultural, temperatura mínima da água de rega de 13ºC e na fase de floração a temperatura do ar deve rondar 20-22ºC (Pereira, 1989). Para além destas condições, as plantas necessitam de um certo número de graus térmicos, soma de temperaturas médias diárias, durante todo o seu ciclo cultural. Este número de graus ronda os 3500ºC e 4500ºC, dependendo se a cultivar é precoce ou tardia (Quadro 2). Como referido, anteriormente, é necessário que ao longo do seu ciclo se encontre um número de graus, máximo e mínimo, dentro de determinados limites para cada uma das suas fases. Em cada uma das fases do desenvolvimento e crescimento da planta existe uma resposta diferente às condições de temperaturas idênticas (Silva, 1983).

Em casos estudados anteriormente, observou-se que os efeitos da temperatura ao longo do ciclo cultural foram decisivos para um melhor rendimento de grão. Tanto as temperaturas altas e baixas, têm consequências na duração do ciclo vegetativo e no produto final da cultura do arroz.

Na Índia, estudos efetuados em diferentes locais (Krishnan *et al.*,2007) com cenários de aumento de temperatura do ar de 5ºC, o rendimento do grão obtido foi inferior ao que atualmente se obtêm para locais tropicais, entre os 20 e 23ºN. No entanto para locais, com latitude de 26º8'N, existiu um aumento do rendimento de grão. Este caso já tinha sido estudado anteriormente por Soltani *et al.* (2001), o qual refere que o rendimento de grão consoante o local de cultivo pode aumentar (locais de média e alta latitude - climas subtropicais e temperados) ou diminuir (locais de baixa latitude - tropicais).

Quadro 2 *- Exigências Climáticas do Arroz. Adaptado de Zonas Climáticas mais adaptadas à cultura do Arroz em Portugal.*

Fase		Temperatura (°C)
	Soma de temperaturas ao longo do ciclo cultural	3500 - 4500
Germinação	**Mínima**	12,0 - 13,0
	Máxima	40,0
	Ótima	30,0 - 35,0
Afilhamento	**Mínima**	7,0
	Máxima	40,0
	Ótima	30,0 - 35,0
Floração	**Mínima**	22,0
	Ótima	29,5 - 32,0
Maturação		19,0
Água de rega	**Mínima**	13,0 - 14,0
	Ótima	30,0 - 32,0

Período Vegetativo

Germinação e nascença

A influência do fator temperatura na fase de germinação da cultura pode ser distinguida em três aspetos - temperatura, a duração da fase de germinação e a percentagem de sementes germinadas (Yoshida, 1981). A duração que é desejada para a germinação é de seis dias, havendo um aumento deste número de dias quando as temperaturas diminuem. De acordo com *Sousa e Silva (1942),* para temperaturas entre 15 e 35ºC, a duração da germinação é inversamente proporcional à temperatura. *Livingston e Haasis's (1933)* observaram que: à temperatura de 15ºC, 90% das sementes germinaram em seis dias; à temperatura de 20ºC, 90% das sementes germinaram em quatro dias; e à temperatura de 30-35ºC, 90% das sementes germinaram em dois dias.

A germinação das plantas pode ocorrer com temperaturas abaixo dos 10ºC, no entanto a duração desta fase aumenta (Pereira, 1989).

Plântula

Fase de emergência é a fase do crescimento e desenvolvimento da plântula que é mais sensível aos efeitos das baixas temperaturas. Com o decréscimo da temperatura, abaixo dos 15ºC, a duração desta fase é prolongada. Mesmo existindo temperaturas abaixo dos 15ºC na fase de plântula que levam ao atraso do crescimento, a plântula tem uma capacidade de reversibilidade logo que as temperaturas se encontrem favoráveis ao seu

normal crescimento (Vergara, 1976). De referir que a fase de emergência se encontra estabelecida desde da germinação até a plúmula atingir 2 ou 3 cm.

Ao mesmo tempo que a planta, exteriormente, se desenvolve a radícula acompanha através da Figura 14, é possível observar que a temperatura ótima para o crescimento da raiz primária é de 30ºC. No entanto Chapman e Peterson (1962) referem que a temperatura ótima para o crescimento primário da raiz se encontra entre os 20 e 25ºC.

Afilhamento

Na fase de afilhamento, o sistema radicular é substituído por raízes adventícias. Estas raízes são mais grossas e fibrosas, profundas e ramificadas e possuem uma maior capacidade absorvente. (Portero, 2001). A nível superior, a duração da fase de afilhamento é desde que surge a primeira folha até que surge o número total máximo de filhos. Filhos, estes, que se desenvolvem a partir da base dos gomos.

A temperatura mínima que deve ser sentida para que ocorra o afilhamento é de 7 °C, sendo a ótima de 30 a 35 °C. Nas melhores condições podemos observar as plantas vigorosas e com uma abundância de afilhamentos, exceto quando as temperaturas são baixas. Quando as temperaturas se encontram baixas, as plantas facilmente acamam, afilhando pouco e ficando débeis (Vianna e Silva, 1969).

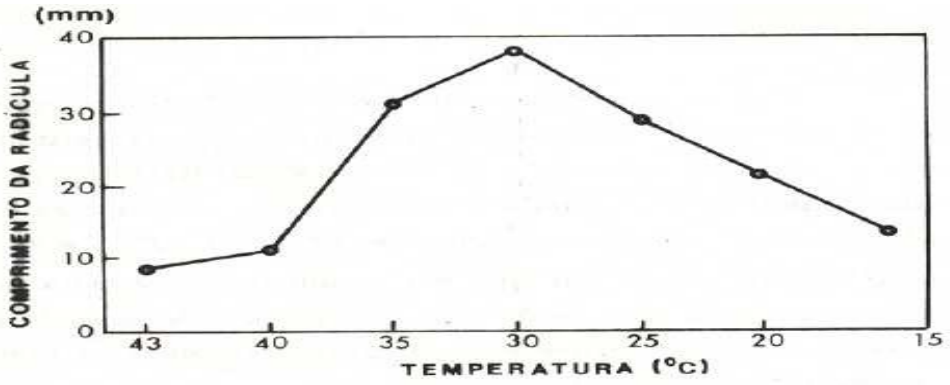


Figura 14 *- Efeito da temperatura no crescimento da raiz primária/radícula. (Extraído de Castelo, 2009. Fonte: Pereira 1989).*

Período Reprodutivo

Este é o período em que a planta do arroz é mais sensível as baixas temperaturas, no qual os danos são irreversíveis e que provocam na planta esterilidade e assim esta perda a viabilidade de toda a cultura.

Sakai (1941) constatou, no ano de 1941 (ano em que foram registadas temperaturas bastante baixas) que a esterilidade das plantas de arroz variou com a altura da lâmina de

água. Isto acontece porque a água apresenta um melhor efeito termo regulador, quando se encontra uma lamina mais alta.

Encanamento

É a fase em que a planta inicia o alongamento dos colmos e cresce em altura. A duração do período/fase de encanamento, entre outros fatores depende da temperatura.

No exemplo das variedades semianãs, menos sensíveis ao fotoperíodo e com maior quantidade de grãos as variedades de ciclo curto, têm uma duração de 105 a 120 dias. No entanto, em variedades de ciclo longo e de maior porte, esta fase pode ter duração até 150 dias, no caso de a temperatura ser favorável.

A fase final do encanamento coincide com o início do emborrachamento, de modo que podemos encontrar uma planta em estado inicial de emborrachamento e a vizinha em estado final de encanamento.

Emborrachamento

O período que se encontra entre o encanamento e o espigamento é conhecido como emborrachamento que, mais uma vez, é afetado pelas temperaturas abaixo dos 15ºC.

Este período tem o seu fim quando os primórdios da panícula (nas extremidades dos rebentos das plantas) começam a ser visíveis a olho nu, inicialmente no colmo principal e depois nos filhos.

Conforme a panícula se vai desenvolvendo dentro da bainha da folha bandeira, vai existir o engrossamento, denominado por emborrachamento.

Espigamento

Nesta fase do ciclo reprodutivo as baixas temperaturas provocam na cultura uma degenerescência do ápice da panícula, bem como a esterilidade das espiguetas. Esta consequência também é notória quando as temperaturas se situam acima dos 35ºC. Kaw (1988) afirma que 5 a 15 dias antes do espigamento (altura em que acontece a meiose com formação de gâmetas) a esterilidade floral é induzida por temperaturas menores ou iguais a 15ºC.

Floração

A floração é a fase em que o pólen cai sobre o pistilo e assim ocorre a fecundação. Posteriormente, ocorre a ântese quando as anteras saem das espiguetas devido à abertura das glumas. A ântese desenvolve-se desde o terço superior da panícula para a base.

Quando a temperatura do ar se encontra abaixo dos 22ºC existe um atraso na floração (Quadro 2). No caso de se observarem temperaturas inferiores a 15ºC nos quinze dias antes da floração, poderão ocorrer fenómenos de esterilidade alta, abortos florais abundantes e, possivelmente, grãos inviáveis (Pereira, 1989). Este mesmo autor, indica que quando ocorrem arrefecimentos bruscos, tanto na atmosfera como na água da rega, os abortos florais são mais abundantes.

Para além do fator temperatura, a escassez de água e a insuficiente radiação solar no período reprodutivo tem bastante peso na viabilidade ou esterilidade das espiguetas. Também neste período existe um aumento de sensibilidade à salinidade, por parte da planta.

Período de Maturação

Na fase de maturação dos grãos observa-se a passagem dos grãos, panículas, colmos e folhas de verde para amarelo palha. O pender das panículas para o chão, com o peso do grão, curvando -se sob a forma de báculo é um indicador da maturação do grão (Silva, 1986).

A temperatura é um fator importante, sendo a indicada como ótima a de 19 °C (Quadro 2).

Robertson (1975*)* afirma que a percentagem elevada de trincas (grãos partidos) está correlacionada com as temperaturas altas no final da maturação. *Ishizuka et al. (1973)* salienta a existência de uma relação entre o grau de enchimento dos grãos e a temperatura média, acrescentando que sob condições de temperaturas médias baixas (inferiores as 15ºC) os grãos não enchem tão completamente ou tão rapidamente.

Yoshida, (1981) refere que as temperaturas cardeais, ou críticas, inferiores, ótimas e superiores são, respetivamente: 12 a 18ºC, 20 a 25ºC e >30ºC.

II. *Efeitos da Concentração de CO_2*

No caso da concentração de CO2, o caso pode ser diferente. A concentração de CO_2 que existe atualmente na atmosfera é um fator limitante para as plantas C_3 (caso do arroz) efetuarem a fotossíntese. Com o aumento da concentração de CO_2 pode - se assistir a aumento da taxa fotossintética, mas no qual o aumento do rendimento do grão pode não ser associado. Quando o aumento de temperatura se encontrar associado ao aumento da concentração de CO_2, pode não existir crescimento nem produtividade na cultura, devido a se encurtar o seu próprio ciclo (Wiegand & Cuellar, 1981; Sionit *et al.*, 1987; Siqueira *et al.*, 2001) e se aumentar a taxa de respiração (Rosenberg *et a*l., 1983; Long, 1991; Vu *et al.*, 1997; Taiz & Zeiger, 2004). Com isto, as plantas passam a gastar uma energia

superior com a respiração, gastando os produtos foto-assimilados disponíveis nos órgãos de reserva da planta.

III. Efeitos da Radiação Solar

A radiação solar, é um fator que tem efeitos sobre a cultura do arroz. Uma baixa intensidade de radiação solar durante o ciclo cultural corresponde a uma redução média na produção de matéria seca na ordem dos 6,5 % (Stansel, 1975). As diferentes respostas à intensidade da radiação solar ao longo do ciclo cultural está relacionada com parâmetros da produção, número de espiguetas por m^2 e a percentagem de grãos cheios, que são determinados durante a maturação e o período reprodutivo (Castelo, 2009). Estas respostas e necessidades vão ser sempre diferentes ao longo do ciclo cultural.

No período vegetativo do ciclo cultural a baixa intensidade luminosa tem pouco efeito na produção final, caso nas fases posteriores exista uma superior insolação. Caso não exista, a produção de matéria seca é fraca tal como o índice de área foliar (folhas mais finas e pequenas).

No período reprodutivo, caso de existir ensombramento, existe uma diminuição do número de espiguetas por m^2, que acaba por influenciar negativamente a produção e a quantidade de matéria seca, sendo que as que acabam por ser produzidas podem se encontrar inviáveis ou estéreis (Alves, 1985).

Afeta devido a existência de uma interferência na percentagem de enchimento dos grãos (Pereira, 1898), no qual os mais afetados são os das ramificações mais baixas, inferiores (Alves, 1985).

A necessidade/importância da radiação solar é superior no período reprodutivo, em relação aos outros dois. Sendo descrita por Pereira (1989) como a fase mais importante a fase reprodutiva (período mais critico), depois a fase de maturação e, finalmente, a vegetativa.

Yoshida (1981), afirmou que a radiação solar média para se ter produções aceitáveis terá que rondar as 300 $cal.cm^{-2}$.

IV. Efeito da Humidade Relativa do ar

A humidade relativa do ar afeta diretamente os processos fisiológicos que regulam a fecundação, afetando deste modo a produção de matéria seca.

A humidade relativa alta à floração, sobretudo se conjugada com alguma precipitação, tem influência positiva no desenvolvimento de doenças criptogâmicas (Vianna e Silva, 1969). Para além do desenvolvimento de doenças, pode levar a um possível aborto de espiguetas.

As percentagens adequadas, na cultura do arroz durante o seu ciclo fenológico, para os valores de humidade relativa são de no máximo 50%, (Pereira, 1989). Acima deste valor a maturação do grão é atrasada. Na fase final do ciclo, para que seja garantida uma humidade relativa adequada, deve retirar-se a água dos canteiros com alguma antecedência relativamente à colheita (Pereira, 1989).

V. *Efeito do Vento*

O efeito do vento pode ser benéfico à cultura, quando este é fraco. Sempre que é forte, é desfavorável à cultura, na medida em que pode causar o arranque das plantas na fase inicial, a esterilidade das espiguetas na fase de floração, danos mecânicos nas folhas e panículas e acama na fase final da cultura, levando, ainda, a uma redução do crescimento tanto aéreo como radicular.

1.2.2.1. Fatores Edáficos

I. *Efeitos da Rega*

A rega da cultura do arroz é diferente de muitas outras culturas arvenses, em Portugal. Esta cultura, em território Nacional, é regada de uma forma alagada de forma a funcionar como termo regulador da temperatura, ou seja, as diferenças térmicas são deste modo atenuadas, quando a lâmina de água é superior ou inferior. Deste modo, os danos sentidos pelas planas são evitados (Beija, 1959).

Como indicado no Quadro 2, a temperatura da água de rega ótima, deve situar-se entre os 30 e 32 °C.

Como anteriormente explicado, a baixa temperatura retarda o crescimento e desenvolvimento da cultura, o mesmo funciona com a temperatura da água de rega. Se esta temperatura for baixa o crescimento e desenvolvimento da cultura podem ser retardados ou mesmo parar. Contundo, as temperaturas mais altas, na fase de pré-germinação, podem também atrasar a germinação. Deste modo o embrião pode ficar danificado, diminuindo o poder germinativo da cultura (Vianna e Silva, 1969). No qual Portero (2001) defende que a temperatura ideal para esta fase do ciclo cultural se encontra entre os 26 e 28ºC. Neste

mesmo contexto quando as temperaturas do ar estão mais baixas, o aumento da lâmina de água, favorece a redução de panículas estéreis em percentagem (Portero, 2001).

A gestão da rega da cultura do arroz é feita de acordo com o processo de cultivo utilizado. No caso de ser um processo em terras baixas, o que acontece em Portugal, a terra é preparada para alagamento posterior e no qual a água provém da precipitação ou é fornecida pela rega. Se o processo de cultivo for em terras altas, Rondônia, a precipitação é a única fonte de água de que a cultura depende.

Para além da regulação de temperaturas, com o aumento ou diminuição da lâmina de água, a água de rega tem outras funções que são deveras importantes. Funções essas como o fornecimento de nutrientes (P, N e Mn) tornando-os mais disponíveis para a cultura, forte aliado no combate às infestantes e pragas e atenua a variação de pH do solo. Ao nível da disponibilidade de azoto este sofre maiores perdas por volatilização que é, no entanto, compensada pelo aumento da sua disponibilidade para a cultura. No entanto existem desvantagens, como a diminuição da solubilidade de zinco e cobre tal como a emissão de gases e substâncias consideradas tóxicas. Os processos de oxidação-redução são os responsáveis por estas desvantagens. Processos esses que acontecem por existir um esgotamento do oxigénio presente no solo (Portero, 2001).

II. Efeitos Nutritivos

As necessidades nutritivas das plantas estão desde há 200 anos datadas com experiências, investigações e observações que levam a que a planta tenha uma composição saudável. A necessidade de a planta retirar nutrientes ao solo, foi estudado, mas antes disso já se tinha consciência que na introdução no solo de estrume, restos de tecidos vegetais ou animais, raspas de madeira entre outros compostos de origem orgânica a produtividade da planta melhorava e aumentava (Noogle e Frioz, 1976).

A planta absorve dióxido de carbono e oxigénio da atmosfera. Estes correspondem a cerca de 90% do peso seco de uma planta superior (Noggle e Fritz, 1976). A água é também um nutriente fundamental à vida da planta, tal como a do animal. O elemento água é retirado por um conjunto de raízes (rizosfera) que o fazem em grandes quantidades e no qual uma grande percentagem é perdida por transpiração, outra (0,2%) é utilizada para processos metabólicos, tal como é um reagente no processo de fotossíntese (Noggle e Fritz, 1976).

Para além de estes três elementos já descritos existem outros que provem da rocha, ou seja que tem uma forma mineral. As raízes das plantas absorvem estes nutrientes minerais

sobre formas de iões. Muitos desses iões não existem em quantidades suficientes no solo, para se obter a qualidade e a produção pretendida e para isso procede-se à fertilização mineral ou orgânica.

A cultura do arroz não é exceção, tendo uma necessidade de dezasseis elementos: carbono, hidrogénio, oxigénio, azoto, fósforo, potássio, enxofre, cálcio, magnésio, zinco, ferro, cobre, molibdénio, boro, magnésio e cloro. No entanto a prática de fertilização destes dezasseis elementos vai ser diferente consoante o local de sementeira. Esta vai depender da constituição orgânica e mineralógica do solo, do tipo de clima, das rotações de culturas, das características de água de rega, das formas de adulação efetuadas (Tinarelli, 1989).

No entanto, nos dias de hoje, o meio ambiente e a sua proteção está cada vez mais presente no dia a dia de um agricultor. O que leva a que aplicação destes elementos seja cada vez mais racional. Existem certas medidas que são tomadas, de modo que se proceda à correta fertilização, sendo elas:

1) Análises físico-químicas do solo e da rega, com uma periodicidade de 2 em 2 anos (Portero, 2001);
2) Análises foliares no momento de máximo afilhamento ou formação embrional da panícula;
3) Conhecimento prévio da cultura, em relação às suas necessidades e extrações médias (Quadro 3).

Quadro 3 *- Extração média (palha e grão) de elementos químicos da cultura do Arroz (kg. tonelada^{-1}). Adaptado de Montero et al., 2017; Portero, 2001;*

Elemento	Palha	Grão	Total
N	5 - 7	9 - 10	14 – 17
P	1 - 1,5	2 – 2,5	3 - 4
K	12 - 13,5	2 - 2,5	14 - 16
Ca	4,6	2,6	7,2
Mg	3,4	1,9	5,3
S	1,1	0,9	2
Fe	2,3	0,3	2,6
Mn	2,1	0,5	2,6

Em Portugal, a prática de fertilização mais usual recai sobre a utilização de azoto, fósforo, zinco e potássio, tendo o enxofre uma aplicação ocasional em certos solos portugueses.

A fertilização azotada, fosfatada e potássica, serão referidas em seguida com mais detalhe, devido a serem macro - elementos.

Fertilização Azotada

A fertilização azotada como é referida por Figueiredo (2011) é uma adubação efetuada no mínimo, em duas aplicações. Uma primeira que representa 50 % do total, em fundo, e os restantes 50 % em cobertura. Uma excessiva adubação azotada leva a que exista um grande desenvolvimento vegetativo, aumento do número de filhos, um aumento do risco de acama, uma percentagem superior de grãos vazios, menor amadurecimento do grão e assim menos rendimento e qualidade do grão. Estes danos podem surgir, também, quando se aplica adubações tardias (Portero, 2001 e Santos, 1996).

O azoto é um elemento que apresenta uma lenta e gradual solubilidade, quando aplicado em condições de alagamento e em forma amoniacal (Portero, 2001). Pode, no entanto, ser aplicado sob a forma nítrica, apenas após o sistema radicular ter um bom desenvolvimento para que seja absorvido e se impeçam as perdas por arrastamento ou lixiviação (Portero, 2001). Para aplicação em fundo e na forma amoniacal, o melhor período para o fazer é durante a sementeira. Pode ainda ser aplicada em cobertura, mas, no entanto, a cultura já deve estar estabelecida. Nas plantas, mais jovens, o azoto é melhor absorvido sob a forma de NH_4^+ (forma amoniacal), enquanto as mais velhas preferem a forma nítrica, No_3^- (Tinarelli, 1989).

A cultura de arroz necessita de uma quantidade entre 115 a 126 kg/ha de N no seu ciclo cultural completo para que a sua produção seja de 6000 kg/ha, aproximadamente (Tiranelli,1989). No entanto onde as necessidades em azoto são maiores é após a sementeira e no início da fase de reprodução. Falando nas etapas de desenvolvimento, após a sementeira corresponde ao afilhamento, quando toda a área foliar da planta aumenta e no qual o número de panículas por área se define. O início da fase de reprodução (encanamento), quando acontece o alongamento do colmo, até à floração. Todo o azoto absorvido na altura em que acontece o desenvolvimento da panícula (fim do encanamento ao início do emborrachamento até à floração) favorece o número de espiguetas cheias por panículas, enquanto que todo o que for absorvido após floração somente favorece o aumento do peso de 1000 grãos (Castelo, 2009).

Entre diferentes autores encontra-se um consenso que adubações de cobertura devem ser aplicadas no início da fase de afilhamento (fim do período vegetativo) após a sementeira, aproximadamente 30 dias. Podendo ser aplicada na fase de diferenciação da panícula (55-60 dias após sementeira, depende do ciclo vegetativo da variedade), no

encanamento. Por norma, a adubação de cobertura não deve ser aplicada após diferenciação da panícula (emborrachamento) mas podendo existir algumas exceções de aplicação entre emborrachamento e espigamento, neste caso devem ser suplementos de pequenas quantidades (Portero, 2001; Tinarelli 1989; Datta, 1986; Yoshida, 1981).

Referente às aplicações de azoto em adubação de fundo, é de referir que esta deve ser efetuada com um intervalo à sementeira, muito pequeno, para que se evite perdas por lavagem (Santos, 2002).

O tipo de solo influencia a forma de adubação, em quantidade e vezes de aplicação. Solos de textura grosseira, devido à sua alta taxa de percolação e também grandes perdas de azoto por lixiviação e volatilização, as aplicações devem ser fragmentadas (2 a 3). Solos de textura fina requerem menos aplicações, caso exista um bom manuseamento da água (Datta, 1986).

Fertilização Fosfatada

Em Portugal, as necessidades em fósforo, na cultura do arroz são pequenas. Apesar disso a sua aplicação é feita anualmente de modo a correções do pH do solo par atingir a neutralidade e também das necessidades do solo em relação a este mineral. A cultura do arroz para produção de uma tonelada de grão, necessita somente de 7 kg de P_2O_5 (Castelo,2009).

Santos (1996) refere que não é recomendado a eliminação (somente em solos considerados muito ricos e enquanto estes se mantiverem nesta categoria) ou redução no plano de fertilização porque pode acabar por comprometer em longo ou curto prazo a fertilização química. Apesar da sua aplicação em solos portugueses, que deve ser feita em zonas de alcance da raiz (3-10 cm de profundidade) devido a sua pouca mobilidade no solo, apenas 10 a 15% do que é adubado é absorvido pelas plantas, ficando o restante insolúvel no solo com disponibilidade lenta para campanhas posteriores (Portero, 2001). Quando se procede ao alagamento do canteiro do arroz, o fósforo armazenado no solo, torna-se disponível para a planta. (Tiranelli, 1989). Este autor, Tiranelli (1989), refere que esta disponibilidade acontece devido ao estado redutor do solo.

No caso da sua eficiência o fósforo é mais importante nos estádios iniciais do desenvolvimento da planta. Este deve ser absorvido, nas fases inicias, em quantidades suficientes para posteriormente ser distribuído pelos diferentes órgãos (Yoshida, 1981).

O fósforo tem uma grande mobilidade das folhas velhas para as jovens, no qual Yoshida (1981) e posteriormente Portero (2001) verificou que em solos alagados a sua disponibilidade aumenta com o tempo, sendo reduzidas as perdas por lixiviação.

Neste contexto, a adubação de fósforo, ou a forma como este deve ser aplicado varia tal como na fertilização de azoto. A adubação de fósforo deve ser de fundo, antes da sementeira, e toda ela aplicada de uma só vez (Chang, 1976). Esta aplicação assim o é explicada devido a mobilidade deste elemento das folhas velhas para as jovens, como demonstrado por Chang (1976). A aplicação de cobertura pode também ser efetuada, sendo que no momento de aplicação não ultrapasse a formação da panícula (Yoshida, 1981; Portero, 2001).

Fertilização Potássica

O potássio é um elemento que é absorvido em grandes quantidades, aproximadamente 30 kg/ha de K_20 (Tinarelli,1989).

Tal como o fósforo, o potássio tem uma maior eficiência e utilização nas fases iniciais do ciclo cultural do arroz, no início do desenvolvimento vegetal e durante o afilhamento. Esta importância traduz-se no desenvolvimento de raízes e na determinação e desenvolvimento do número de panículas férteis.

Ao contrário do fósforo, o potássio tem também um papel importante na fase final do ciclo do arroz, na síntese e translocação de açúcares, tem influência na formação e peso final do grão e protege a planta de baixas temperaturas e doenças (Yoshida, 1981; Tinarelli, 1989).

A forma de aplicação do potássio, em Portugal, é de adubação de fundo.

A aplicação do elemento mineral potássio, é normalmente sob a forma de adubos compostos, N-P-K ou P-K. Podendo em raras exceções ser aplicado sob a forma elementar, no qual se opta por cloreto ou sulfato. Sulfato é mais caro, no entanto a sua utilização, na redução dos solos alagados, pode ser um problema devido aos sulfuretos (S_2^-) e ácido sulfídrico (H_2S) (Santos, 1996).

1.2.2.2. Fatores Bióticos

Os fatores bióticos são os conhecidos como os fatores biológicos que afetam negativamente ou positivamente o crescimento e/ou desenvolvimento da cultura.

A cultura do arroz tem inimigos biológicos ou doenças, nomeadamente a piriculariose da folha (causada por um fungo *Pyricularia oryzae*) e a helmintosporiose (o seu agente patogénico é o *Helminthosporium oryzae*).

Estas duas doenças, entre outras importantes, são conhecidas devido aos estragos e prejuízos que trazem ao produtor a nível de produção final do grão, em função da variedade cultivada e dos parâmetros climáticos que existem na área de cultivo.

Nos ensaios de avaliação agronómica, do Programa Nacional de Melhoramento Genético do Arroz, onde estão incluídas as linhas avançadas selecionadas e variedades testemunhas de comparação (comerciais) são avaliadas a resistência ou suscetibilidade às doenças, sendo que as infestantes são manualmente retiradas acabando por não ter um peso, a nível de importância para os ensaios.

I. Piriculariose

A infeção da doença e posterior disseminação dos esporos acontece quando existem condições ótimas de humidade relativa do ar na ordem dos 95% e no qual a temperatura média ambiental se encontra nos 26°C/27°C. A deteção dos sintomas que são característicos deste fungo corresponde a manchas circulares ou elípticas que afetam todos os órgãos da planta (Figuras 15 e 16). As manchas têm um centro de cor cinza com limites castanho-avermelhados e que é possível observar logo nos estádios iniciais de desenvolvimento até à fase de grão leitoso.

Nas folhas, as manchas crescem individualmente. Estas crescem no sentido das nervuras, mas, quando em ataques severos, podem se unir e originar grandes lesões necróticas. A área folear fotossintetizante acaba por ser deste modo reduzida, que por sua vez afeta a produção de grão.

Nos colmos, nos entrenós, os sintomas surgem no sentido do seu comprimento, podendo atingir grandes proporções.

Se as panículas forem afetadas após a emissão e até à fase em que se dá o aparecimento dos grãos leitosos, elas tornam-se esbranquiçadas e eriçadas, e acaba por ser fácil de identificar no campo. A doença pode, ainda, provocar o engelhamento total dos grãos.

A semente pode estar infetada por este fungo. Quando está, é atacada e acaba por desenvolver manchas castanhas escuras nas glumas e glumelas.

O embrião, pode ser afetado, ficando o fungo no interior do grão e acompanhando o seu desenvolvimento.

O controlo desta doença passa por empregar variedades resistentes, práticas culturais (uso equilibrado, de fertilizantes, como azoto) e aplicação de fungicidas. Estes fungicidas devem ser produtos registados para a cultura, que se usem quer no tratamento de sementes como em pulverizações da parte aérea da planta (Gomes e Almeida, 2017).

Figura 15 *- Doença Piriculariose na folha. (Fonte: Gomes e Almeida,2017)*

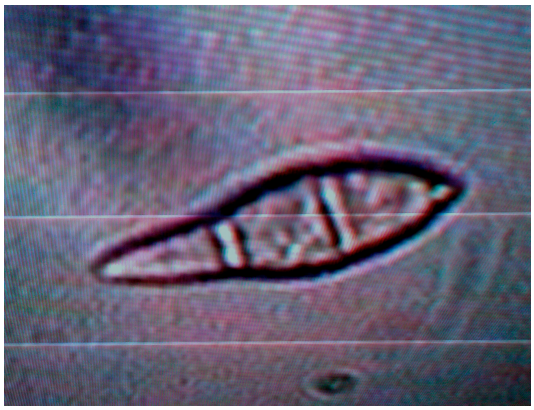


Figura 16 *- Fungo Pyricularia oryzae, através de microscópio (Fonte: Fonte: Gomes e Almeida,2017)*

II. Helmintosporiose

A outra doença que pode surgir no arroz, tem o nome helmintosporiose (Figuras 17 e 18). Em Portugal, as perdas a ela atribuídas não são tão drásticas quanto as da piriculariose. Contudo a sua significância é em função da suscetibilidade da variedade e da ocorrência de condições ambientais favoráveis para que o fungo infete e dissemine a doença.

A infeção deste fungo ocorre quando as temperaturas estão entre os 25°C e os 30°C de temperatura média ambiental e os períodos de elevada humidade relativa do ar sejam contínuos entre os 16h/18h.

Os sintomas encontram-se, mais frequentemente, nas folhas e nos grãos. Podem ser observados, ainda, no coleóptilo que provem de sementes infetadas, nas ramificações da panícula e nas suas bainhas. As manchas típicas desta doença apresentam-se com uma forma oval, de cor castanha escura, com círculos de cor amarela a limitar as manchas. Estes limites podem ser observados ou não. Estas manchas surgem de forma isolada, frequentemente.

O controlo da helmintosporiose da folha, ou medidas de controlo, passa pelo uso de variedades com algum grau de resistência. É sempre de melhor uso, recorrer à utilização de lotes de sementes sãs ou tratadas, de modo que se reduza o inóculo inicial. Contudo podem ser ainda utilizados fungicidas homologados para a cultura do arroz. As fases finais do ciclo da planta são as mais críticas e, portanto, a folha bandeira e os grãos devem ser protegidos (Gomes e Almeida, 2017).

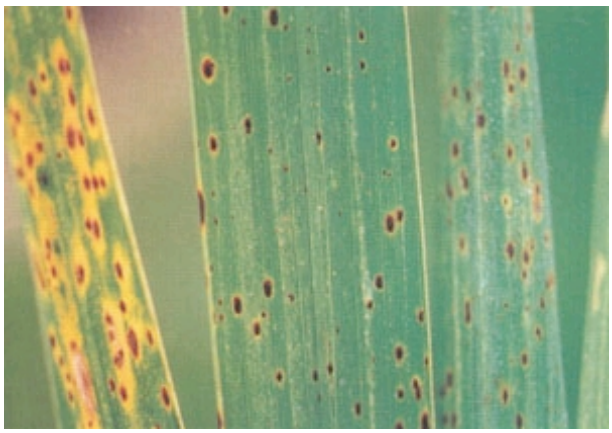


Figura 17 *- Doença Helmintosporiose na folha (fotografia cedida por Conceição Gomes, 2017).*

Figura 18 *– Fungo Helminthosporium oryzae observável através de microscópio (fotografia cedida por Conceição Gomes, 2017)*

A cultura do arroz é ainda conhecida por ter ao longo do seu ciclo cultural, outros inimigos como as infestantes, que é um principal problema para os agricultores, que podem resultar em grandes perdas. Perdas essas de produção que acabam por se tornar económicas. Sendo estas conhecidas como Arroz Bravo (*Oryza Sativa)*, Milhã do arroz (*Echinochloa orizoides*), Negrinha (*Cyperus difformis*), Orelha-de-mula lanceolada (*Alisma lanceolatum*) e entre outras (Figuras 19 e 20).

Figura 19 *- Infestante Orelha de Mula.*

Figura 20 *- Infestantes da cultura do arroz; (A - Arroz Bravo; B - Planta de arro); C - Milhã;)*

1.2.3. Técnicas Culturais

A cultura do Arroz, tal como outras, necessita de uma preparação/ordenamento do terreno antes de se efetuar a sementeira. Tal como em todas as outras culturas, as técnicas culturais foram sendo modificadas ao longo do tempo, com a modernização da agricultura e com o as mudanças climáticas. Neste caso serão exploradas e apresentadas as novas técnicas culturais que serão as utilizadas no ensaio.

A cultura de arroz necessita que o solo fique alagado e que a água fique no local aprisionada por períodos de tempo e nesse caso é necessário que se construa canteiros ou esquadras que se limitam por marachas ou muros. No entanto, após esses períodos, e para que inicialmente exista a entrada dessa mesma água nos canteiros é necessário existir uma rede de rega. Esta rede de rega pode se encontrar a campo aberto ou enterrado, sendo que enterrado é necessário a construção de valas para se proceder ao enterro de canos e tubagens, mas obtém-se mais espaço para circular. Quando existe a necessidade, ou se justifica, a secagem dos canteiros é efetuada por uma ou mais valas de drenagem que se tem que construir. Todos os canteiros devem ter, de preferência, uma gestão individual, com tomadas e saídas de água independentes (Coelho, 2017). Para além destas construções é necessário também que se efetue caminhos para a circulação de máquinas, transportes dos fatores de produção e do arroz, após colheita.

1.2.3.1. Preparação do Terreno

A preparação do terreno tem como principal objetivo o nivelamento do terreno, para que quando existir uma lâmina de água toda ela seja uniforme ao nível de espessura. Para além deste, a preparação do terreno é efetuada para que se criar no solo uma camada compactada (30 cm de profundidade) e assim ajudar na limitação dos canteiros. Pode ainda ser feita, para auxiliar no combate às infestastes e ainda para se criar condições para a fixação da planta na superfície dos solos, ou seja, para que esta germine. Para além da germinação que sejam criadas condições para o após germinação da semente, para o seu desenvolvimento (Coelho, 2017).

A preparação do terreno passa por:

-> Lavoura;

-> Gradagem (s);

-> Nivelamento em Seco;

-> Fertilização;

-> Gradagem / Roto-terra;

-> Monda Pré- Emergente;

No caso de terrenos onde vão ser instalados ensaios, como os terrenos para a realização desta dissertação, efetua-se a marcação dos talhões com cal (Figura 21). Esta marcação é fundamental para um auxiliar na sementeira, nomeadamente na definição o início e fim de cada talhão.

Figura 21 *- Marcação dos ensaios nos canteiros de Salvaterra de Magos.*

1.2.3.2. Escolha das variedades

Das variedades existentes podemos distinguir variedades com ciclos culturais precoces, muito precoces, semi-precoces, semi-tardias e tardias. Nos países tropicais um ciclo pode variar entre oitenta e duzentos e vinte dias, utilizando uma variedade da sub-espécie *indica* (Silva, 1986). Nos países temperados, como é o caso de Portugal, utilizando variedades da sub-espécie *japonica ou indica,* o ciclo pode variar entre cento e vinte dias e cento e oitenta dias. O ciclo, segundo Silva (1986) varia:

- Variedade muito precoce – até 125 dias;
- Variedade precoce – 125 até 135 dias;
- Variedade semi-precoce – 135 a 146 dias;
- Variedade semi-tardia – 147 a 157 dias;
- Variedade tardias – mais de 157 dias;

A escolha da variedade a utilizar depende de vários fatores, tais como a capacidade produtiva, a qualidade do grão, as condições climáticas e a boa adaptação à ceifa mecanizada. Contudo, as duas primeiras estão dependentes de outras características, tais como a precocidade, a resistência à acama e à desgrana e aos fatores bióticos descritos no ponto 1.2.2. deste trabalho (Vianna e Silva, 1983).

Quando se refere as condições climáticas que podem influenciar a escolha da variedade, o fator temperatura tem um peso de elevada importância. As temperaturas muito baixas no início e fim do ciclo levam à escolha de variedades precoces ou semiprecoce, para se conseguir fugir às temperaturas baixas. Este é o caso de Portugal, a data de sementeira, frequentemente, é no fim de abril/ início de maio, e a data de colheita é fim de setembro/início de outubro (épocas onde as temperaturas são superiores). No entanto no ano de 2018, devido às alterações climatéricas que se fizeram sentir as sementeiras foram efetuadas no final de maio/início de junho, atrasando as colheitas para final de outubro. Esta escolha de variedade precoce ou semiprecoce é também influenciada pela repartição e quantidade de chuvas que se fazem sentir no período de Primavera e Outono, em Portugal.

1.2.3.3. Sementeira

A sementeira do arroz pode ser efetuada de duas maneiras:

1) A seco, onde se incorpora ou coloca sobre o terreno a semente. Neste último caso a semente pode ser distribuída manualmente, mecanicamente, com um semeador a lanço ou de golpes, ou por via aérea. No caso de ser incorporada no

terreno a via de a incorporar é mecânica com um semeador em linhas. Após a sementeira alaga-se o terreno (Coelho, 2017). Nos ensaios que foram objeto de estudo desta dissertação as sementeiras foram todas efetuadas a seco.

2) Na água, a semente é somente colocada no terreno, com recurso a semeador a lanço (via mecânica), por via aérea ou manualmente. Neste caso após a monda é efetuado logo o alagamento do terreno e só depois se semeia (Coelho, 2017).

Antes da sementeira, é necessário efetuar uma preparação da semente. Se a sementeira for feita na água, é necessário proceder a uma chumbagem da semente, para que esta não sobrenade. A chumbagem é um processo que consiste em mergulhar a semente em água durante 24 horas (Coelho, 2017). Coelho (2017), refere que se a sementeira for manual a imersão em água pode prolongar-se até às 48 horas, para que aconteça uma pré-germinação. Na sementeira em terreno seco, a semente tem que passar por um processo de envolvimento da semente com um produto “tenso-ativo” (um detergente), que vai reduzir a superfície específica da semente e, assim, facilitar a absorção de água e evitar que a semente sobrenade quando se procede ao alagamento (Coelho, 2017).

Figura 22 *- Semeador "Oyord" a efetuar a sementeira da semente de arroz no dia 23 de Maio de 2018.*

1.2.3.4. Colheita

A colheita do arroz é efetuada por uma ceifeira. A colheita é uma importante operação, pois consoante as condições em que é feita, existe uma perda superior ou inferior na quantidade e qualidade do grão. Para que esta perda não seja significativa o teor de humidade do grão maduro deve rondar os 20-24%, nunca devendo ser abaixo dos 15%. Os

teores de humidade ideal são variáveis consoante o tipo de grão (grão maduro de 20 a 21%; grão médio de 21 a 23%; grão longo de 23 a 25%;) (Silva, 1986).

A colheita é feita em solo seco, tendo o solo ou campo onde se encontrava instalada a cultura, já sido drenado previamente. A data previsional de colheita dos locais onde decorre o nosso ensaio, e para variedades de ciclo curto (quatro a cinco meses), é fim de outubro. Após a colheita, o grão de arroz é transportado para secagem e armazenamento, cujas fases não serão tratadas neste trabalho.

1.3. Melhoramento Genético da Cultura do Arroz em Portugal

1.3.1. Importância do Melhoramento Genético

O melhoramento genético da cultura do arroz, a nível nacional, com a obtenção de novas variedades totalmente adaptadas ao clima nacional dá condições vantajosas agronómicas e económicas aos orizicultores. Todo o processo de melhoramento genético de plantas é dispendioso e longo sendo necessários 12/14 anos para a obtenção de uma nova variedade. Contundo as probabilidades de se obter com sucesso a nova variedade aumentam efetuando a seleção das plantas nos locais a que a cultura se destina.

O INIAV, consciente de que o melhoramento genético do arroz, a criação e seleção de variedades, tal como a produção de semente torna possível disponibilizar aos agricultores nacionais novas variedades, estabeleceu em 2003, com a colaboração do COTArroz, o recomeço do programa de melhoramento genético do arroz. Em 2014, desenvolveu o projeto LUSARROZ, projeto financiado pela Medida de Cooperação para a Inovação do PRODER, que permitiu que se realizem ensaios multi-locais, dando assim um avanço tecnológico em uma das etapas do melhoramento genético. Um dos campos experimentais, foi no COTArroz, em Salvaterra de Magos, onde são instalados, anualmente, o bloco de cruzamentos (grupo de progenitores base de cada ano) e executados os cruzamentos artificiais.

1.3.1.1. Inscrição no Catálogo Nacional de Variedades das Novas Variedades

O processo de melhoramento é efetuado com o objetivo de obter novas variedades, no entanto a obtenção dessas novas variedades (como anteriormente referido) é um processo longo, que leva cerca de 12 anos. A duração é longa, pois o processo de seleção e obtenção de genótipos estáveis do ponto de vista genético dura alguns anos.

Os processos por que estas variedades passam são:

a. Cruzamentos artificias – Ano 0;
b. Gerações Segregantes;
c. Avaliações Agronómicas;
d. Ensaios multi-locais de adaptação;
e. Pedido de inscrição no CNV – Ano 10/12

Após obtenção de um genótipo estável e promissor, existe um processo de candidatura da responsabilidade dos serviços oficiais de cada país (DGAV em Portugal) para ser aprovado e ser inscrito como variedade no Catálogo Nacional de Variedades. Estando neste catálogo as variedades passam a poder ser comercializadas e utilizadas pelos orizicultores.

1.3.1.2. Tipos comerciais/industriais

Segundo o Decreto-Lei nº 157/2017 de 28 de dezembro, foram definidas as características a qual devem obedecer o arroz e as trincas que são destinados ao consumidor final. Tal como definiu as classes comercias (Figura 23).

As características que definem o arroz no comércio são:

1. Estado físico:
   i) Arroz em casca – arroz que após debulha se encontra em casca;
   ii) Arroz descascado – arroz ao qual só foi retirada a casca;
   iii) Arroz semibranqueado – arroz ao qual foi retirada a casca e todas ou parte das camadas externas do pericarpo e uma parte do gérmen;
   iv) Arroz branqueado – arroz ao qual foi retirada a casca e toda a camada externa, tal como a interna e o gérmen (caso do grão longo ou médio) ou uma parte (grão redondo).
2. Dimensão do grão do arroz:
   i) Grão redondo – comprimento inferior ou igual 5,2 mm e razão comprimento/largura menor que 2;
   ii) Grão Médio – comprimento superior a 5,2 mm e inferior ou igual a 6 mm e razão comprimento/largura seja inferior a 3;
   iii) Grão longo, categoria A – comprimento superior a 6,0 mm e razão comprimento/largura seja de 2 a 3 mm.
   iv) Grão longo, categoria B – comprimento superior a 6,0 mm e razão comprimento/largura seja superior ou igual a 3 mm.
3. Tratamento a que se sujeita os grãos de arroz:

i) Arroz estufado ou vaporizado;

ii) Arroz pré-cozido;

iii) Arroz glaciado – arroz branqueado envolvido em glucose e talco;

iv) Arroz matizado;

v) Arroz tufado – arroz em pelicula (integral) ou branqueado, que é submetido a altas temperaturas;

vi) Outros que respeitem a legislação alimentar;

4. Subprodutos:
   i) Casca – constituído por glumas e glumelas, que envolve a cariopse;
   ii) Farelo de casca – resultante da trituração da casca obtida na operação de descasque;
   iii) Sêmea – resíduos das camadas de pericarpo, resultante da ação de desgaste provocada pela operação de branqueamento;
5. Farinha, comercialmente designada, por monda dos grãos inteiros ou trincas branqueadas;

Para transformação industrial, para consumo ou para ambos a nível de qualidade do arroz e da trinca de arroz, tem que se apresentar:

1. Inteiro;
2. São e sem qualquer alteração que o tornem impróprio para consumo;
3. Seco e uma vez embalado, o teor de humidade não pode ser superior a 14%.
4. Limpo e isento de matérias estranhas visíveis;
5. Isento de parasitas ou dejetos de microrganismos patogénicos e substâncias suas derivadas;
6. Isento de odores e/ou sabores estranhos.

Qualificativo	Características
Carolino	• Arroz longo da Categoria A • Teor amilose < 22 % expresso na matéria seca (*); • Pico de viscosidade > 2.600 cP (**); • Retrogradação < 600 cP (**); • Subespécie *japonica* e seus híbridos; • Produzido em Portugal
Agulha	• Arroz longo da Categoria B • Teor amilose > 25 % expresso na matéria seca (*); • Pico de viscosidade < 2500 cP (**); • Retrogradação > 750 cP (**); • Subespécie *indica* e seus híbridos

(*) De acordo com o método EN ISO 6647-2:2007
(**) De acordo com o método AACC61-02.01

Figura 23 *– Classificação qualificativa para o arroz de tipo comercial longo e classe extra (Fonte: Decreto-Lei nº 157/2017 de 28 de dezembro)*

2. Material e Métodos

2.1. Localização dos Ensaios

Como referido anteriormente os ensaios são multilocais. Foram deste modo instalados, em Portugal continental, em três locais distintos, como se pode observar na Figura 24.

Foram instalados em:

- Vale do Mondego (Montemor-o-Velho);
- Vale do Tejo (Paúl de Magos);
- Vale do Sado (São Romão do Sado);

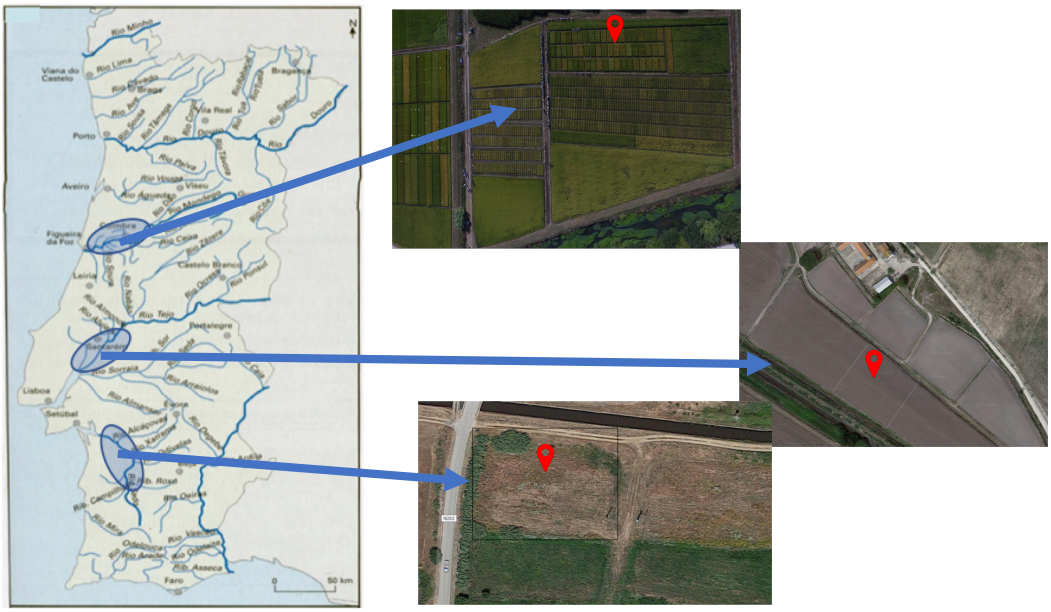


Figura 24 *- Mapa de Portugal, com identificação das zonas de instalação e parcelas onde se encontra os ensaios da cultura de arroz, em 2018. (Adaptado de Almeida, 2017. Imagens retiradas do Google Earth).*

2.2. Material Experimental

Neste ensaio as variedades selecionadas foram 6, 3 variedades testemunhas de comparação e 3 variedades avançadas, sendo todas elas precoces (duração de ciclo cultural entre os 125 e 135 dias).

- 3 Variedades candidatas ao CNV (sendo uma delas proveniente de uma linha avançada do Programa de Melhoramento Genético), designadas por:

- DGAV17095
- DGAV17096
- DGAV17097

- 3 Variedades comerciais ou testemunhas, que são designadas por:

- Ariete, subespécie Japónica (Carolino), Grão do tipo Longo A.
- Sprint, subespécie Índica (Agulha), Grão do tipo Longo B.
- Presto, subespécie Japónica (Carolino), Grão do tipo Longo A.

2.3. Delineamento Experimental

O ensaio de avaliação agronómica e de qualidade de variedades de arroz efetuado no COTArroz, foi instalado em blocos causalizados, com quatro repetições. Este ensaio foi realizado no ano de 2018, com 3 variedades candidatas aos CNV e 3 linhas comerciais, ou seja, com variedades testemunha de comparação (Quadro 4).

Quadro 4 *- Linhas comerciais e variedades candidatas ao CNV utilizadas nos ensaios multi-locais.*

	GENÓTIPO	**REP I** [(1)]	**REP II** [(2)]	**REP III** [(3)]	**REP IV** [(4)]
1	ARIETE	101	204	301	403
2	PRESTO	102	203	305	401
3	SPINT	103	201	304	402
4	DGAV17095	104	202	306	406
5	DGAV17096	105	206	303	405
6	DGAV17097	106	205	302	404

[(1)] Repetição nº1; [(2)] Repetição nº2; [(3)] Repetição nº3; [(4)] Repetição nº4;

Este ensaio foi efetuado em 3 regiões/locais: região Tejo, Salvaterra de Magos; região Mondego, Montemor-o-Velho e região Sado, São Romão do Sado. Cada bloco era constituído por 18 talhões, três para cada genótipo descrito no ponto anterior, com uma área de 16,8m^2 cada um (1,2m de largura x 14m de comprimento). As ruas entre talhões tinham 0,5m e as ruas entre cada bloco 1m. Nos extremos dos blocos semeou-se uma bordadura com o objetivo de assegurar condições de desenvolvimento uniformes para todos os genótipos em estudo, evitando assim o chamado “efeito de bordadura” (Quadro 5).

Quadro 5 *- Mapa/Croqui do Ensaio da RNE em Salvaterra de Magos*

Rede Nacional de Ensaios em Salvaterra de Magos																			
B [1]	401	401	401	402	402	402	403	403	403	404	404	404	405	405	405	406	406	406	B [1]
B [1]	301	301	301	302	302	302	303	303	303	304	304	304	305	305	305	306	306	306	B [1]
B [1]	201	201	201	202	202	202	203	203	203	204	204	204	205	205	205	206	206	206	B [1]
B [1]	101	101	101	102	102	102	103	103	103	104	104	104	105	105	105	106	106	106	B [1]

Croqui de sementeira das linhas comerciais e das variedades candidatas utilizadas no ensaio em Salvaterra de Magos, representados com os números atribuídos de 101 ao 404. Cada número está atribuído a uma linha avançada ou comercial, tal como cada repetição tem o seu número. Sendo desta maneira mais fácil a identificação em campo. Com a utilização do efeito de Bordadura.

[1] Bordadura.

A sementeira do ensaio foi realizada com um semeador de ensaios de seis linhas do tipo "Oyord" (Figura 25).

Figura 25 *- Semeador de seis linhas do tipo Oyord, a semear as diferentes variedades.*

A densidade de sementeira foi calculada para cada genótipo tendo em conta a percentagem de germinação e o peso de 1000 grãos de modo a semear 600 grãos viáveis/m^2.

As técnicas culturais adotadas na preparação do solo, sementeira e condução dos ensaios, foram as tradicionalmente utilizadas na cultura do arroz para cada região onde foram realizados os ensaios. Realizou-se uma adubação de fundo contendo 53 unidades de N, 14 unidades de P e 10 unidades de K. Este procedimento tem como objetivo que o desenvolvimento dos genótipos seja o mais próximo possível do que acontece com a grande cultura semeada pelos agricultores.

A data de sementeira nos três locais ocorreu em maio/junho de 2018.

A data de colheita, prevista, nas variedades testemunhas de comparação será igual à das variedades testadas, sendo todas elas precoces. Essa data está prevista, para setembro/outubro de 2018.

2.4. Parâmetros medidos e métodos utilizados

Os métodos experimentais realizados neste trabalho com o objetivo de caracterizar fenológica e morfologicamente os genótipos em estudo e ainda os parâmetros registados referentes à produção e seus componentes são descritos a seguir.

Durante o ciclo cultural das plantas, foram recolhidos vários dados com o objetivo de caracterizar fenológica e morfologicamente os genótipos em estudo.

1. Data de emergência

Registo da data em que as plantas emergem do solo (Figura 26).

Figura 26 *– Ensaio no COTArroz em fase de emergência, Salvaterra de Magos.*

2. Data do início do alongamento dos caules

Registo da data da fase fenológica espiga a 1 cm. Esta medição é efetuada da base do nó inferior até ao topo da panícula (Figura 27). Para o registo desta data é necessário a recolha de 3 plantas por talhão no qual se recorre ao corte destrutivo da planta, para se poder proceder á medição da espiga a 1 cm.

Figura 27 *– Planta de arroz em fase de alongamento do caule, Salvaterra de Magos*

3. Data de Emborrachamento

Considerou-se como data de emborrachamento do genótipo, a data em que 50% das plantas se encontram com "barriga de peixe", ou seja, nota-se uma saliência nos caules das plantas (Figura 28).

4. Data de Espigamento

Considerou-se como data de espigamento do genótipo, a data em que 50% das panículas se encontravam fora da bainha da folha bandeira (Figura 29).

Figura 28 *– Planta de arroz em fase de emborrachamento, com foco na "barriga de peixe", Salvaterra de Magos.*

Figura 29 *– Panícula de arroz em fase de espigamento, Salvaterra de Magos*

5. Data da Floração

De igual modo, se definiu como entrada na fase da ântese, a altura em que 50% das plantas de cada talhão, se encontravam em floração (Figura 30).

Figura 30 *– Panículas de arroz em fase de Floração, Salvaterra de Magos.*

6. Data da Maturação Fisiológica

Registo da data da fase fenológica da maturação fisiológica (Figura 31). A data de Maturação fisiológica é considerada na altura em que 80% dos grãos das panículas estão totalmente amadurecidos.

7. Avaliação da Suscetibilidade a doenças

As duas doenças mais comuns na cultura do arroz, em Portugal, são: a piriculariose da folha, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae* e a helmintosporiose da folha, cujo agente causal é o *Helminthosporium oryzae*. As perdas provocadas por estes patogénicos na produção final de grão, são variáveis em função da variedade cultivada e dos fatores climáticos prevalecentes nas áreas de cultivo.

A resistência ou suscetibilidade às principais doenças será avaliada para todas as linhas avançadas e variedades comerciais que serão testadas nesta dissertação recorrendo à observação do grau de ocorrência de doença usando a escala de dois dígitos (Quadro 6).

De acordo com a escala o número 9 quer dizer que o grau de incidência foi de 90-100% e o local de incidência foi na panícula.

Quadro 6 *- Escala de SAARi y Prescott. utilizado para identificar as doenças no ensaio no COTArroz.*

Escala de Incidência	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Grau	0-10	10 - 20%	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Orgão	Nenhum	Até á 1ª	1ª-2ª	2ª-3ª	3ª-4ª	4ª-5ª	5ª-6ª	6ª-F.B.*	F. B.*	Panícula

F.B.* - Folha Bandeira

8. Altura da planta

Este parâmetro pode ser medido entre o estado de floração até ao estado de maturação fisiológica. Regista-se a média de 5 medições reais, em cm. A planta é medida desde do chão até a base da panícula (Figura 32).

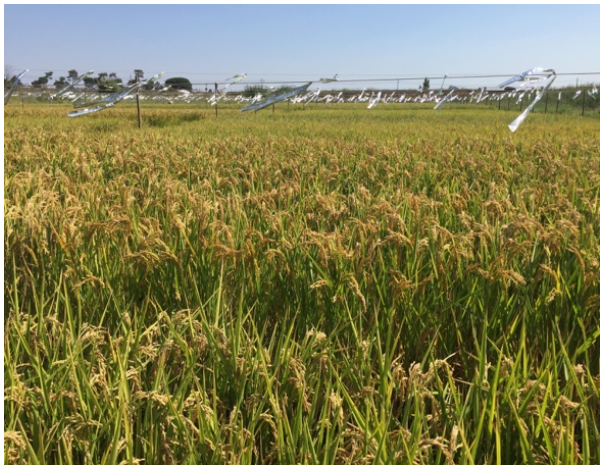


Figura 31 *– Cultura de arroz em fase de maturação fisiológica, Salvaterra de Magos.*

Figura 32 *- Medição da Alturas das Plantas do ensaio no COTArroz, Salvaterra de Magos.*

9. Resistência à acama

Classificação do grau de acama observado à maturação

- 1 - Muito Fraco (todas as plantas caídas)
- 3 - Fraco (maioria das plantas caídas)
- 5 - Intermédio (maioria das plantas inclinadas a 45°)
- 7 - Forte (maioria das plantas inclinadas a 20° relativamente à vertical)
- 9 - Muito Forte (todas as plantas na vertical)

Durante o ciclo cultural das plantas, foram recolhidos vários dados relacionados com os parâmetros referentes à produção e seus componentes, nomeadamente:

10. Número de plantas e número de colmos por m^2

Foram contabilizados o número de plantas por m^2 e número de colmos por m^2, no final da fase de floração, para todas as linhas avançadas e variedades comerciais que serão testadas nesta dissertação.

11. Número de panículas por m^2

Foram contabilizados o número de panículas por m^2, durante a fase de enchimento do grão, para todas as linhas avançadas e variedades comerciais que serão testadas nesta dissertação (Figura 33).

Figura 33 *- Contagem do número de panículas e colmos do ensaio no COTArroz com ajuda de um quadrado de área de 0,16 m^2, Salvaterra de Magos.*

12. Número de grãos por panícula

Contagem do número de grãos por cada panícula, em 10 panículas de cada genótipo em estudo (Figura 34).

Figura 34 *– Panículas retiradas de um talhão do ensaio no COTArroz, para contagem do número de grão por panícula, Salvaterra de Magos.*

2.5. Estatística e Análise de Dados

A análise estatística foi efetuada no programa de *Software Statistica* versão 10. A significância adotada (valor de p) foi de 0,05 para todas as variáveis em estudo.

A análise estatística envolveu a aplicação de métodos de estatística descritiva, análise de correlação, análise de variância e testes de comparação de médias pelo método de Fisher, ou de LSD, feito para uma probabilidade de 0,05.

3. Resultados

3.1. Caracterização climática dos locais de ensaio

O campo experimental de Bico da Barca (DRAP Centro), em Montemor-o-Velho, encontra-se no centro norte de Portugal (Figura 24) com clima definido como tendo verões e invernos amenos, que contêm precipitações ao longo do ano, mas com maior frequência nas estações de Outono e Primavera, ao longo do ciclo cultural do arroz, como se pode verificar na Figura 36. As temperaturas registadas (Figura 35) comprovam que existe durante o ciclo do arroz em Coimbra - Bico da Barca, estação de Bencanta, temperaturas amenas. As temperaturas médias encontram-se ao longo do ciclo perto dos 20 °C, enquanto as máximas chegam aos 30 °C e as mínimas rondam os 15 °C.

As sementeiras foram efetuadas no dia 18 de maio de 2018, atingindo a plena maturação fenológica entre os dias 16 de setembro e 2 de outubro de 2018.

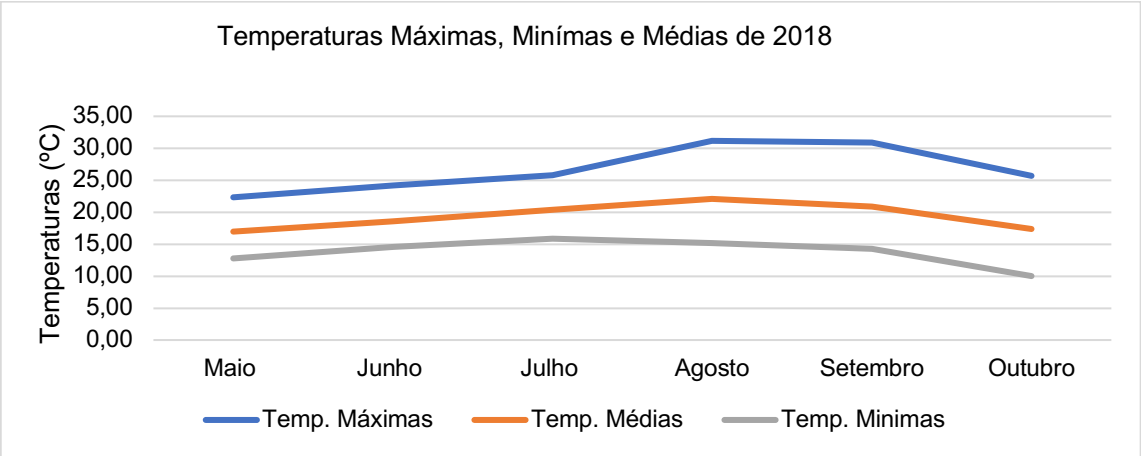


Figura 35 *- Temperaturas Médias, Máximas e Mínimas, em º C, na estação de Bencanta, Coimbra.*

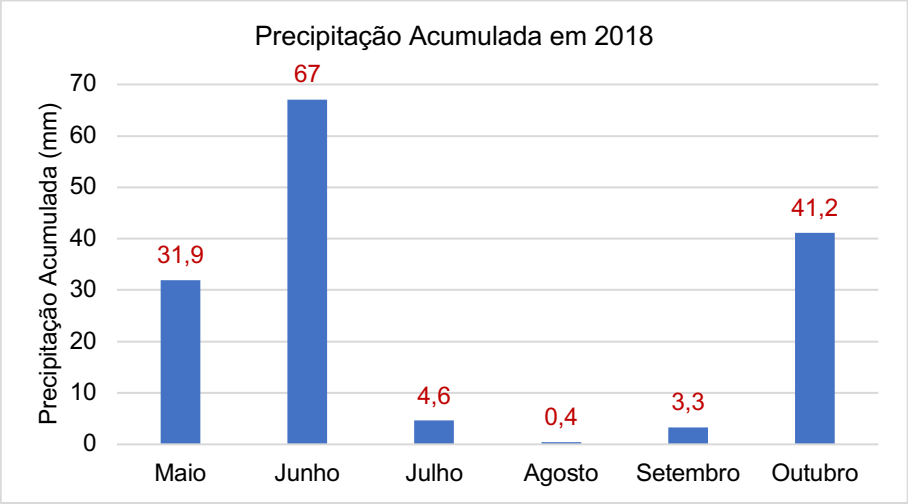


Figura 36 *- Precipitações Acumuladas, em mm, na estação de Bencanta, Coimbra.*

Salvaterra de Magos é registado com um clima de verão quente e seco e um inverno frio e húmido. Sendo que as temperaturas registadas na Figura 37, comprovam que os meses de verão é a época onde se registam os valores de temperaturas máximas, mínimas e médias superiores. O mês de agosto foi aquele onde se registaram os valores de temperaturas máximas superiores, de 31,6 °C, de temperaturas médias superiores de 22,7 °C e as mínimas superiores de 16,2 °C. Estas temperaturas são assim acompanhadas com precipitações nulas ou muitos baixas como se pode verificar na Figura 38.

No entanto devido á precipitação sentida de 189,4 mm e 111,6 mm nos meses de março e abril, respetivamente, impossibilitou a sementeira no início de maio como era de esperar ocorrendo no dia 24 de maio de 218. As variedades, neste local foram as que mais cedo chegaram à data de maturação fenológica entre os dias 18 e 30 de setembro de 2018.

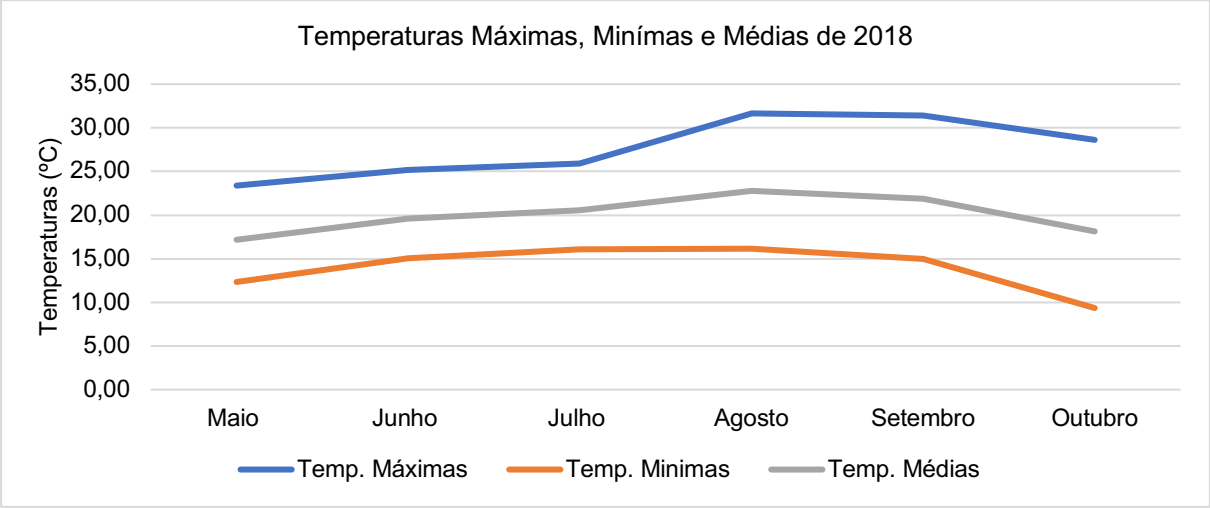


Figura 37 *- Temperaturas Máximas, Mínimas e Média (2018), na estação de Paúl de Magos.*

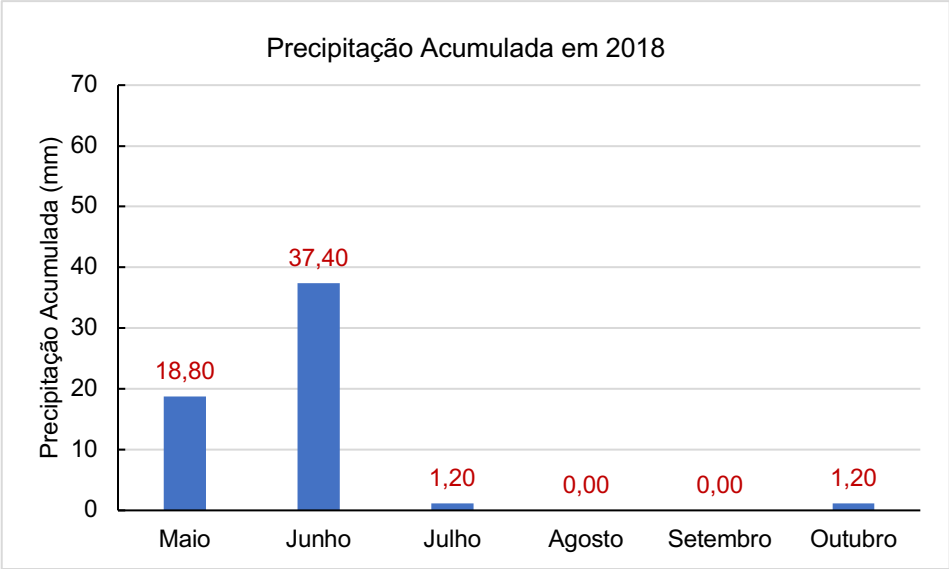


Figura 38 *- Precipitação Acumulada, em mm (2018), na estação de Paúl de Magos.*

Alcácer do Sal apresenta um clima semelhante ao da região de Salvaterra de Magos, com um clima seco e quente no verão e um inverno frio e húmido. Com temperaturas mínimas registadas entre os 10,3 °C e os 16,1 °C, com temperaturas medias entre os 17,2 °C e os 24,9 °C, e temperaturas máximas de 24,4 °C e 35,2 °C (Figura 39). Estas temperaturas foram acompanhadas por precipitações no mês de maio e no fim de junho (Figura 40). Devido às precipitações registadas nos meses de março e abril, as sementeiras foram atrasadas para o mês de junho (Quadro 12), onde existe uma subida de temperaturas máximas próximas de 28 º C e mínimas de 14 º C.

Deste modo, os ensaios do Sado, foram os últimos a serem instalados a 4 de junho de 2018 e os genótipos atingiram a data de maturação fenológica entre os dias 3 e 15 de outubro de 2018.

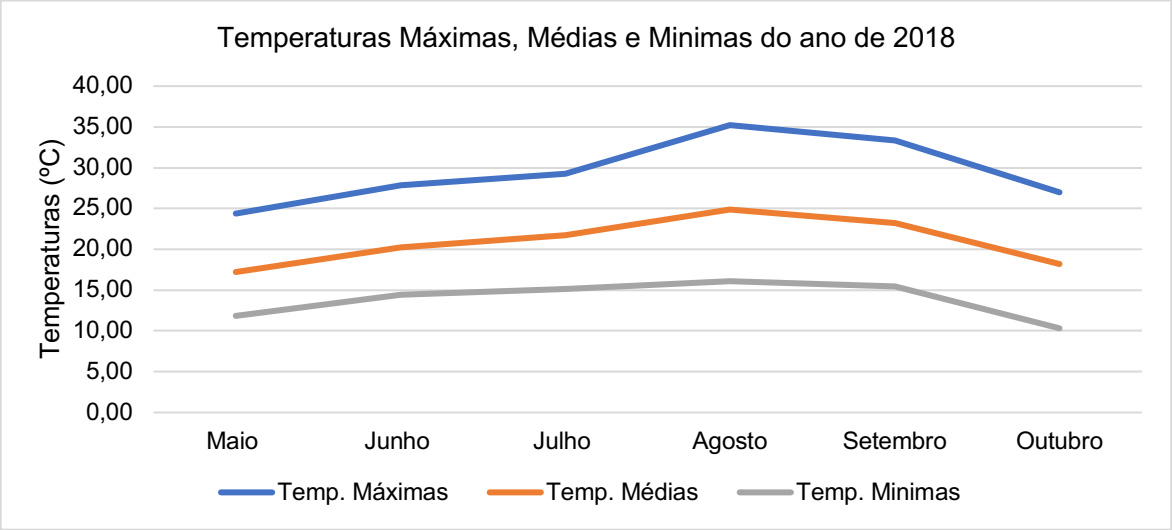


Figura 39 *- Temperaturas Médias, Mínimas e Máximas (2018), na estação de Barrosinha (Alcácer do Sal).*

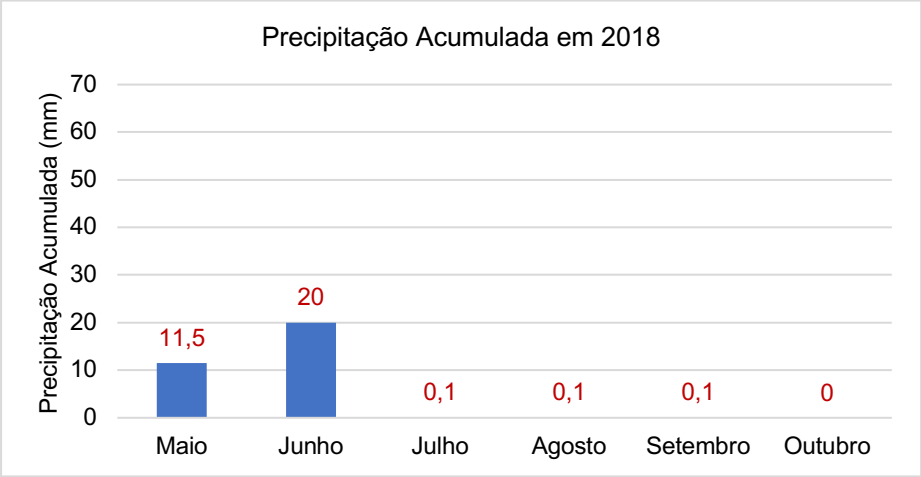


Figura 40 *- Precipitação Acumulada, em mm (2018), na estação da Barrosinha (Alcácer-do-Sal).*

3.2. Resultados Estatísticos

A variável "*Variedade*" é a variável independente (ou grupal). As variáveis "*Acama*" e "*Data de emergência*", avaliada em número de dias após sementeira (DAS), não foram consideradas devido às suas variâncias serem nulas. As restantes variáveis foram consideradas. Os parâmetros que dizem respeito às fases fenológicas - alongamento do caule, emborrachamento, espigamento, floração e maturação – foram todos registadas pelo número de DAS em que ocorreram.

A abordagem escolhida para a análise dos resultados, foi uma análise sequencial em três etapas:

1. Análise de correlação para todas as variáveis em estudo, com um nível de significância de 0,05, onde se fixou a variável "*Variedade*" e se analisaram as relações entre os diversos parâmetros;
2. De seguida, efetuou-se uma análise de variâncias (ANOVA), através da qual foram identificadas as variáveis com diferenças significativas pelo teste de Fisher a 0,05 de probabilidade;
3. Seguidamente, e apenas para aquelas que foram identificadas na etapa anterior efetuou-se uma análise de comparação de médias, pelo teste de LSD com uma probabilidade de 0,05.

Para se efetuar uma avaliação das doenças recorreu-se à Escala de SAARi y Prescott (Quadro 6). Com o objetivo de se perceber quais as variedades mais suscetíveis e mais

resistentes ás doenças estudadas, foi necessário observar 12 plantas, ou seja, 3 plantas em cada repetição.

Por último fez-se uma análise do ciclo fenológico nas 3 regiões em estudo (Mondego, Tejo e Sado), utilizando, os dados referentes as datas de ocorrência das fases de emergência, espigamento e maturação fisiológica e os dados de produção final.

Resultados do ensaio realizado em Salvaterra de Magos

3.3. Análise correlação

Nos Quadros 7 e 8 apresentam-se os valores médios referentes ao ciclo fenológico, aos componentes de produção e aos parâmetros morfológicos das 6 variedades ensaiadas.

Quadro 7 *- Médias dos parâmetros relacionados com a fenologia e dos componentes da produção em estudo para cada variedade no Paúl de Magos.*

Variedade	*Ciclo Fenológico (DAS)*						*Componentes de Produção (número de)*			
	E. (1)	A. (2)	Em. (3)	Esp. (4)	F. (5)	M. (6)	Filhos/planta	Colmos/m^2	Pani. / m^2 (7)	grãos / 10 Pani. (8)
Ariete	18	67	83	90	94	120	7	389	334	1084
Presto	18	63	75	84	91	118	8	459	397	804
Sprint	18	68	83	92	95	120	12	573	534	781
DGAV17095	18	68	90	97	100	123	11	566	530	860
DGAV17096	18	69	83	90	96	117	9	430	363	803
DGAV17097	18	70	90	96	100	129	9	522	478	839

(1) Emergência; (2) Alongamento do caule; (3) Emborrachamento; (4) Espigamento; (5) Floração; (6) Maturação Fisiológica; (7) Panículas/m^2; (8) Nº grãos/ 10 panículas;

Quadro 8 *- Médias dos parâmetros morfológicos para cada variedade no Paúl de Magos.*

Variedade	*Morfologia*			
	Altura do Colmo (cm)	Comprimento da Panícula (cm)	Altura Total (cm)	Acama
Ariete	73	14	87	9
Presto	58	16	74	9
Sprint	60	14	74	9
DGAV17095	62	18	80	9
DGAV17096	60	17	76	9
DGAV17097	53	14	67	9

De seguida irá se detalhar e analisar o comportamento de cada uma das variedades em estudo.

3.3.1 Variedade Ariete

A variedade Ariete, como se pode observar no Quadro 7, teve um ciclo de 120 dias (até à *data de maturação fisiológica*) sendo deste modo, uma variedade precoce. A nível dos DAS de ocorrência das diversas fases de desenvolvimento fenológico não houve qualquer diferença significativa entre as 4 repetições. Esta variedade, em comparação com as restantes, apresenta -se como a que tem um menor *número de filhos por planta* (7), tal como o *número de colmos por m²* (389) e o *número de panículas por m²* (334). No entanto, é a que apresenta o valor mais elevado de *número de grãos por 10 panículas*, de 1084 tal como é variedade que apresenta uma *altura total* superior, 87 cm (Quadro 8).

Quadro 9 *- Análise de correlação para Ariete no Paúl de Magos*

	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
Alongamento do caule (1)	1,00	0,90	0,71	0,41		-0,15	-0,41	**-0,96**	0,54	0,63	0,75	0,66
Emborrachamento (2)		1,00	0,85	0,49		-0,56	-0,76	**-0,95**	0,76	0,57	0,65	0,59
Espigamento (3)			1,00	0,87		-0,52	-0,71	-0,87	0,43	0,84	0,82	0,83
Floração (4)				1,00		-0,21	-0,37	-0,62	-0,06	0,93	0,85	0,91
Maturação (5)					1,00							
Nº. filhos/planta (6)						1,00	**0,96**	0,31	-0,80	0,02	0,06	0,03
Colmos/m² (7)							1,00	0,56	-0,85	-0,21	-0,19	-0,21
Panículas/m² (8)								1,00	-0,54	-0,76	-0,83	-0,78
Nº grãos/ 10 panículas (9)									1,00	-0,08	0,00	-0,06
Altura do colmo (10)										1,00	**0,98**	1,00
Comprimento da panícula (11)											1,00	0,99
Altura total (12)												1,00
Média	**67**	**83**	**90**	**94**	**120**	**7**	**389**	**334**	**1084**	**72,75**	**13,75**	**86,50**
Desvio padrão	**0,58**	**0,96**	**0,82**	**1,41**	**0,00**	**0,34**	**39,32**	**26,27**	**64,17**	**6,52**	**1,66**	**8,16**

A nível do ciclo fenológico esta variedade não apresenta diferenças a nível de DAS, nas datas de maturação fenológica.

Ao observar o Quadro 9 é possível encontrar a existência de algumas correlações significativas entre os parâmetros que se analisaram para a variedade Ariete (assinaladas a vermelhos).

Concretamente encontraram-se correlações significativas e fortes, de sentido positivo, entre as seguintes variáveis:

- *número de filhos por planta* e o *número de colmos por m²*, que nos dá uma indicação da estreita relação entre a capacidade de afilhamento da variedade e o número de colmos por área;
- e *comprimento da panícula* e a *altura do colmo*, que nos indica que quanto mais alta for o comprimento do colmo, mais comprida será a panícula, corroborando os

resultados encontrados por Gitti *et al.* (2011). Estes autores referem que as plantas de arroz quando diminuem em altura, os comprimentos das panículas diminuem também. O que pode ser explicado que quando a planta é mais pequena é mais compactada e deste modo existe um retardamento da emissão da panícula, que a faz ser mais pequena;

Inversamente, encontraram-se correlações significativas e fortes, de sentido negativo, entre as seguintes variáveis:

- *número de panículas por m^2* e a *data de início de alongamento do caule. A* data de início do alongamento do caule marca o final da fase vegetativa da planta e subsequente o início do período reprodutivo da planta, com a diferenciação da panícula. Para a variedade Ariete, a análise de correlação mostra que um início precoce da fase reprodutiva pode ser benéfico para um importante componente da produção, que é a quantidade de panículas por m^2;
- *número de panículas por m^2* e a *data de emborrachamento*, que reforça a ideia expressa no paragrafo anterior;

3.3.2. Variedade Presto

A variedade Presto é uma variedade italiana que ao longo do ensaio demonstrou a sua precocidade, com um intervalo de DAS à maturação fisiológica de 118 dias, como é possível observar no Quadro 7. Para a duração das diversas fases de desenvolvimento fenológico não existiram diferenças significativas entre as 4 repetições. Apesar da sua precocidade, esta variedade esteve entre as variedades que apresentaram valores menos elevados nos componentes da produção. No entanto, a variedade Presto foi superior à outra variedade comercial testemunha do ensaio (Ariete) e à variedade em avaliação DGAV17096, no que diz respeito ao *número de colmos por m^2* e *número de panículas por m^2*, não se tendo verificado a mesma tendência no *número de grãos por panícula* (Quadro 7). Este acontecimento é explicado pelo mecanismo de compensação (maior o *número de panículas por m^2*, menor o número de grãos totais, ou seja, por panícula) que é frequente nas gramíneas, como é o caso do arroz, que Gitti *et al.* (2011) referem. Relativamente à *altura total* (Quadro 8), mostrou ser uma das variedades mais baixas do ensaio. Esta variedade não apresenta correlações significativas entre os parâmetros analisados (Quadro 10).

Quadro 10 *- Análise de correlação da variedade Presto, no Paúl de Magos.*

	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
Alongamento do caule (1)	1,00											
Emborrachamento (2)		1,00										
Espigamento (3)			1,00									
Floração (4)				1,00								
Maturação (5)					1,00							
Nº. filhos/planta (6)						1,00						
Colmos/m^2 (7)						0,76	1,00					
Panículas/m^2 (8)						0,92	0,93	1,00				
Nº grãos/10 panículas (9)						-0,10	-0,50	-0,18	1,00			
Altura do colmo (10)						0,44	0,41	0,28	-0,80	1,00		
Comprimento da panícula (11)						0,54	0,81	0,61	-0,89	0,82	1,00	
Altura total (12)						0,46	0,47	0,33	-0,83	1,00	0,87	1,00
Média	**63**	**75**	**84**	**91**	**118**	**8**	**459**	**397**	**804**	**58,00**	**16,42**	**74,42**
Desvio Padrão	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**2,68**	**156,25**	**151,25**	**83,35**	**5,14**	**0,79**	**5,80**

A nível do ciclo fenológico esta variedade não apresenta diferenças a nível de DAS, em todos parâmetros avaliados (alongamento do caule, emborrachamento, espigamento, floração e maturação fenológica).

3.3.3. Variedade Sprint

A variedade Sprint é a uma variedade de tipo comercial Agulha (subespécie Indica). Esta variedade teve um ciclo de 120 dias (Quadro 7). A nível dos DAS observou-se a não existência qualquer diferença significativa entre as 4 repetições. Esta variedade apresenta 3 dos 4 componentes de produção mais elevados, à exceção do *número de grãos por panícula*. Em média, obteve 12 *filhos por planta*, 573 *colmos por m^2* e 534 *panículas por m^2* (Quadro 7). A nível de *altura total* é a mais baixa das variedades Agulha, tendo, no entanto, uma altura mediana por comparação com todas as variedades estudadas (Quadro 8).

Quadro 11 *- Análise de correlação da variedade Sprint, no Paúl de Magos.*

	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
Alongamento do caule (1)	1,00	0,58	0,00	0,30	0,58	**0,97**	0,64	0,69	0,34	0,56	0,23	0,54
Emborrachamento (2)		1,00	0,58	0,52	0,33	0,67	0,46	0,50	0,08	0,07	0,13	0,08
Espigamento (3)			1,00	0,90	0,58	0,24	0,62	0,59	-0,76	0,32	0,69	0,36
Floração (4)				1,00	0,87	0,52	0,89	0,87	-0,75	0,69	0,90	0,72
Maturação (5)					1,00	0,72	**0,99**	**0,98**	-0,56	0,95	0,93	**0,96**
Nº. filhos/planta (6)						1,00	0,79	0,83	0,13	0,66	0,42	0,64
Colmos/m² (7)							1,00	**1,00**	-0,50	0,91	0,89	0,92
Panículas/m² (8)								1,00	-0,44	0,90	0,85	0,90
Nº grãos/ 10 panículas (9)									1,00	-0,47	-0,82	-0,51
Altura do colmo (10)										1,00	0,87	1,00
Comprimento da panícula (11)											1,00	0,90
Altura total (12)												1,00
Média	**68**	**83**	**92**	**95**	**120**	**12**	**573**	**534**	**781**	**59,58**	**14,25**	**73,83**
Desvio Padrão	**0,58**	**0,50**	**0,58**	**0,96**	**0,50**	**2,61**	**137,82**	**172,04**	**59,48**	**3,92**	**0,42**	**4,29**

Nesta variedade ao observar o Quadro 11, verifica-se a existência de correlações fortes, e de sentido positivo, entre a seguintes variáveis:

- A capacidade de afilhamento (*número de filhos por planta*) e a *data de início do alongamento dos caules,* ou seja, o final do afilhamento. Dá uma indicação de que quanto mais prolongada for a fase de afilhamento, maior será o *número de filhos por planta*, indo de acordo com Alvarez *et al.* (2007). Estes autores referem que quando os valores de fotoassimilados são superiores, poderá existir uma ativação das gemas basais, que leva a que a planta aumente o *número de filhos por planta* enquanto afilha mais tarde, ou seja, iniciando mais tarde o *início do alongamento de caules;*
- A *data de maturação fisiológica* e o *número de colmos por m²* e esta data com o *número de panículas por m²*. Estes resultados estão relacionados com o referido acima, pois a duração do ciclo até se atingir a maturação fisiológica, inclui o período vegetativo (até ao *início do alongamento do caule*) em DAS, e indicam igualmente que a duração destas fases poderá ter influência no *número de colmos por m²* e consequentemente no *número de panículas por m²*. Singh *et al.* (2012) observaram relações opostas entre a duração do ciclo e os componentes da produção. Estes autores referem que uma variedade que tem um ciclo fisiológico mais curto, ou seja, que leva menos tempo a atingir a maturação fisiológica, tem valores de componentes de produção (*número de colmos por m²* e *número de panículas por m²*, peso de 1000 grãos e *número de grãos por 10 panículas*) mais elevados. Esta diferença, entre os resultados obtidos por este autor e os desta dissertação, pode ser justificada com o local de plantação. O

comportamento das variedades responde de forma diferente conforme o ambiente em que se encontram (Singh *et al.,* 2012);

- O *número de panículas por m*^{2} e o *número de colmos por planta*. Este indica quanto maior for o *número de colmos por planta* maior é o *número de panículas por m*^{2}, que é de esperar uma vez que as panículas se encontram nos colmos. Fageria *et al*. (2011) afirma que um parâmetro depende do outro, de uma forma que quando um aumenta o outro também. Esta correlação pode também significar que o *número de colmos por planta* que não deram panículas foi muito reduzido.
- A *altura total* das plantas e a *data de maturação fisiológica*. Este pode indicar que variedades mais altas terão ciclos mais longos. Singh *et al.* (2012), constataram o mesmo tipo de relação. Estes autores, referem que quanto mais dias leva para a planta atingir a maturação mais alta é a planta, em cm.

3.3.4. Variedade DGAV17095

Esta variedade apresenta um ciclo de 124 dias (Quadro 7). A nível dos DAS foi possível observar que nas 4 repetições não existiram diferenças significativas. É a segunda variedade com os 4 componentes de produção mais elevados, obteve 11 *filhos por planta*, 566 *colmos por m*^{2}, 530 *panículas por m*^{2} e um número de 860 *grãos por 10 panículas*. Sendo também a segunda planta mais alta, com uma *altura total* de 80 cm (Quadro 8).

Quadro 12 *- Quadro de analise de correlação da variedade DGAV17095, no Paúl de Magos.*

	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
Alongamento do caule (1)	1,00					-0,57	-0,35	-0,56	-0,55	-0,31	0,31	-0,11
Emborrachamento (2)		1,00										
Espigamento (3)			1,00									
Floração (4)				1,00								
Maturação (5)					1,00							
Nº. filhos/planta (6)						1,00	0,94	**0,97**	0,89	0,62	0,30	0,54
Colmos/m² (7)							1,00	**0,97**	0,71	0,80	0,61	0,77
Panículas/m² (8)								1,00	0,76	0,79	0,47	0,71
Nº grãos/ 10 panículas (9)									1,00	0,19	-0,10	0,10
Altura do colmo (10)										1,00	0,81	**0,98**
Comp. da panícula (11)											1,00	0,91
Altura total (12)												1,00
Média	**68,25**	**92,00**	**98,00**	**101,00**	**124,00**	**10,85**	**565,63**	**529,69**	**860,25**	**61,67**	**18,00**	**79,67**
Desvio Padrão	**0,50**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**3,70**	**148,39**	**170,58**	**75,99**	**2,87**	**1,44**	**4,12**

A nível do ciclo fenológico esta variedade não apresenta diferenças a nível de DAS, em todos parâmetros avaliados (alongamento do caule, emborrachamento, espigamento, floração e maturação fenológica).

Ao observar o Quadro 12 é possível encontrar a existência de algumas correlações significativas entre os parâmetros que se analisaram para a variedade DGAV17095 (assinaladas a vermelhos).

Concretamente encontraram-se correlações significativas e fortes, de sentido positivo, entre as seguintes variáveis:

- O *número de filhos por planta* e o *número de panículas por m²*. Este resultado é expectável, uma vez que quanto maior for o *número de filhos por planta* ou por m², maior será o *número de panículas por m²* que esta planta tem, uma vez que é nos colmos que estão inseridas as panículas.
- O *número de panículas por m²* e o *número de colmos por m²* é de esperar que se verifique, uma vez que as panículas se encontram nos colmos. Fageria *et al.*,(2011) afirmam que uma depende da outra, de uma forma que quando uma aumenta a outra também. Este resultado pode igualmente indicar que o número de colmos que não deram origem à formação de panículas foi muito reduzido.

3.3.5. Variedade DGAV17096

Esta variedade apresenta um ciclo de 117 dias (Quadro 7), que corresponde ao mais curto das variedades em estudo. A nível das fases fenológicas foi possível observar que não existiram diferenças significativas entre as 4 repetições. Esta variedade apresentou

um *número de grãos por 10 panículas* mais baixo (803), no entanto é a terceira variedade com um *número de filhos por planta* mais elevado (Quadro 7).

Quadro 13 *- Quadro de analise de correlação da variedade DGAV17096, no Paúl de Magos.*

	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
Alongamento do caule (1)	1,00	0,00		0,28		-0,81	-0,81	-0,57	-0,57	0,76	0,00	0,65
Emborrachamento (2)	0,00	1,00		0,47		-0,38	-0,16	0,82	0,80	-0,43	-0,89	-0,71
Espigamento (3)			1,00									
Floração (4)				1,00		-0,02	0,17	0,29	0,38	0,43	-0,79	0,07
Maturação (5)					1,00							
Nº. filhos/planta (6)						1,00	**0,97**	0,19	0,25	-0,22	0,14	-0,14
Colmos/m² (7)							1,00	0,38	0,45	-0,27	-0,10	-0,27
Panículas/m² (8)								1,00	**0,99**	-0,74	-0,77	-0,93
Nº grãos/ 10 panículas (9)									1,00	-0,68	-0,80	-0,89
Altura do colmo (10)										1,00	0,16	0,93
Comprimento da panícula (11)											1,00	0,52
Altura total (12)												1,00
Média	**69**	**83**	**90**	**96**	**117**	**9**	**430**	**363**	**803**	**59,58**	**16,50**	**76,08**
Desvio Padrão	**1,73**	**0,58**	**0,00**	**3,10**	**0,00**	**3,47**	**99,92**	**44,19**	**94,57**	**2,92**	**1,29**	**3,38**

A nível do ciclo fenológico esta variedade não apresenta diferenças a nível de DAS, em todos parâmetros avaliados (espigamento e maturação fenológica).

Ao observar o Quadro 13, as correlações com significância estatística que esta variedade apresenta são positivas, sendo elas:

- O *número de filhos por planta* e o *número de colmos por m²*, que significa que quanto maior é o *número de filhos por planta* maior será o *número de colmos por m²,* o que era expectável.
- o *número de grãos por 10 panículas* e o *número de panículas por m²,* significa que maior o *número de panículas por m²* superior o *número de grãos panículas*. As variedades da subespécie Indica (tipo comercial Agulha) têm uma maior capacidade de afilhamento, originado um número superior de panículas por superfície e frequentemente possuem panículas grandes (Quadro 8), com elevado número de grãos por panícula. No entanto Gitti *et al.* (2011), referem que quando existe um aumento do número de panículas por m², a quantidade de grãos totais, ou seja, por panícula diminuem. Este mecanismo de compensação que é frequente nas gramíneas, como é o caso do arroz, é mais evidente, no caso deste cereal, nas variedades da subespécie Japonica (carolinos) do que nos arrozes Indica.

3.3.6. Variedade DGAV17097

A variedade DGAV17097 é a variedade com o ciclo mais longo entre todas as variedades avaliadas, tendo sido o mesmo, de 129 dias (Quadro 7). A nível de DAS não existe diferenças significativas entre as 4 repetições. Apesar de ser uma variedade de ciclo mais longo é a variedade que se apresenta como a terceira mais elevada ao nível dos componentes da produção. Com um *número de filhos por planta* de 9, obteve 522 *colmos por m²*, 478 *panículas por m²* e 839 *grãos por 10 panículas* (Quadro 7). Ao nível de morfologia é a planta mais baixa, em comparação com as restantes (Quadro 8).

Quadro 14 *- Quadro de analise de correlação de variedade DGAV17097, no Paúl de Magos.*

	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
Alongamento do caule (1)	1,00	-0,58	0,30			0,70	0,92	0,91	0,93	**0,98**	0,61	0,94
Emborrachamento (2)		1,00	-0,87			-0,63	-0,57	-0,47	-0,68	-0,67	-0,86	-0,74
Espigamento (3)			1,00			0,73	0,48	0,39	0,29	0,48	0,92	0,60
Floração (4)				1,00								
Maturação (5)					1,00							
Nº. filhos/planta (6)						1,00	0,91	0,89	0,48	0,83	0,93	0,89
Colmos/m² (7)							1,00	**0,99**	0,74	**0,97**	0,78	**0,97**
Panículas/m² (8)								1,00	0,70	0,95	0,72	0,94
Nº grãos/ 10 panículas (9)									1,00	0,87	0,51	0,83
Altura do colmo (10)										1,00	0,76	**0,99**
Comprimento da panícula (11)											1,00	0,85
Altura total (12)												1,00
Média	**70**	**90**	**96**	**100**	**129**	**9**	**522**	**478**	**839**	**52,75**	**14,42**	**67,17**
Desvio Padrão	**0,58**	**0,50**	**0,96**	**0,00**	**0,00**	**2,17**	**121,03**	**118,86**	**18,39**	**4,04**	**1,10**	**4,93**

A nível do ciclo fenológico esta variedade não apresenta diferenças a nível de DAS, em todos parâmetros avaliados (floração e maturação fenológica).

Ao observar o Quadro 14 é possível encontrar a existência de algumas correlações significativas entre os parâmetros que se analisaram para a variedade DGAV17095 (assinaladas a vermelhos).

Concretamente encontraram-se correlações significativas e fortes, de sentido positivo, entre as seguintes variáveis:

- A *altura do colmo* e a *data do início do alongamento do caule*, que significa que quanto mais tarde se *iniciar o alongamento do caule*, mais tarde se finalizar o afilhamento, maior será a *altura do colmo*. Esta relação pode ser explicada porque quando as variedades afilham mais tarde, ou seja, chegam mais tarde a *fase de*

alongamento de caules existe um maior armazenamento das reservas podendo assim, as plantas, gastar para o crescimento do colmo, ficando mais altas.

- A *altura total* e o *número de colmos por m²*. Esta indica que quanto maior for *altura total* da planta maior será o *número de colmos por m²*. No entanto, Fornasieiri Filho e Fornasieiri (2006) afirmaram o oposto. Estes autores referem que quanto mais reduzida for *altura total* da planta, maior será a quantidade de *colmos por m²*, ou seja, a planta terá maior capacidade de afilhamento.
- O *número de colmos por m²* e o *número de panículas por m²*, onde podemos concluir que quantos maior o *número de colmos por m²* maior será o *número de panículas por m²*, que Fageria *et al.*(2011) afirma que uma depende da outra, de uma forma que quando uma aumenta a outra também.

3.4. Avaliação das Doenças Piriculariose e Helmintosporiose

Para se efetuar uma avaliação do grau e do local de incidência das doenças recorreu-se, como anteriormente referido, à Escala de SAARi y Prescott (Quadro 6). Esta avaliação foi baseada na observação de 12 plantas, sendo 3 de cada repetição.

Quadro 15 *- Quadro de comparação de médias das variáveis em estudo Piriculariose e Helmintosporiose.*

Variedade	*Piriculariose*	*Helmintosporiose*
Ariete	9 1	2 1
Presto	9 1	7 1
Sprint	9 1	2 0
DGAV17095	8 1	6 1
DGAV17096	9 1	0 0
DGAV17097	2 0	3 1

Foi possível observar (Quadro 15) que todas as variedades, exceto a variedade DGAV17097, apresentaram em relação à doença *Piriculariose*, o mesmo padrão de sensibilidade. A variedade DGAV17097 teve um local de incidência entre a 1ª e a 2ª folha, sendo a sua incidência bastante baixa. As restantes variedades, apresentam todas elas um grau de incidência, em média, de 10-20% por repetição, as lesões provocadas pelo fungo encontravam-se ao nível da panícula. Estes resultados mostram que a variedade DGAV17097 apresenta um grau de tolerância superior às outras variedades em estudo, apresentando-se como moderadamente resistente a este fungo.

Em relação à *Helmintosporiose* é possível verificar (Quadro 15) que as variedades Sprint e Ariete apresentam a incidência do fungo, em média, da base da planta até a 2º folha enquanto que a variedade Presto apresenta, em média, entre a 6ª folha e a folha bandeira. A variedade DGAV17095 apresenta, em média, entre a 5ª e a 6ª e a variedade DGAV17097

apresenta, em média, entre a 2ª e 3ª folha enquanto a variedade DGAV17096 não apresentou qualquer lesão provocada por este fungo. .

Ao nível de percentagem de área foliar afetada, as variedades têm respostas diferentes (Quadro 15). A variedade Ariete, Presto, DGAV17095 e DGAV17097 apresentam um grau de incidência, em média, perto dos 10%. A variedade Sprint e DGAV17096 não apresentam um nível de incidência baixo.

É possível concluir, após a leitura do Quadro 15, que a variedade que tem uma maior sensibilidade a ambos os fungos é a variedade Presto, mostrando-se sensível para estas doenças. No caso da mais resistente à *Piricularíose* é a DGAV17097 enquanto à *Helmintosporiose* é a DGAV17096.

3.5. Análise de variância e testes de comparação de médias

Para comparar as variedades, começámos por realizar uma análise de variância, que nos informa sobre a existência, ou não, de diferenças significativas entre as médias de cada uma das variáveis, segundo o método de Fisher e com um nível de probabilidade de 0,05. No caso de se terem detetado diferenças significativas no passo anterior, procedemos, em seguida, a um teste de comparação de médias pelo método de LSD, feito para uma probabilidade de 0,05. Para maior facilidade de leitura e compreensão dos resultados, associamos a cada média uma ou mais letras, de modo que médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes entre si pelo teste acima referido.

Quadro 16 *- Quadro de análise de variância do ensaio no COTArroz*

Variáveis	*SS*	*df*	*MS*	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*p*
Emergência DAS	0,0	5	0,00	0,0	18	0,00	-	-
Alongamento do caule DAS	105,2	5	21,04	12,8	18	0,71	29,706	**0,000000**
Emborrachamento DAS	751,7	5	150,34	5,3	18	0,29	515,457	**0,000000**
Espigamento DAS	501,9	5	100,38	5,8	18	0,32	314,217	**0,000000**
Floração DAS	281,8	5	56,37	37,5	18	2,08	27,056	**0,000000**
Maturação DAS	400,2	5	80,04	0,8	18	0,04	1921,000	**0,000000**
Nº. filhos/planta	57,7	5	11,54	133,7	18	7,43	1,554	0,223140
Nº. de Colmos/m²	113842,8	5	22768,55	274814,5	18	15267,47	1,491	0,241654
Nº. de Panículas/m²	149695,6	5	29939,13	295029,3	18	16390,52	1,827	0,158286
Nº grãos/ panículas	252983,5	5	50596,70	88980,5	18	4943,36	10,235	**0,000090**
Altura do colmo (cm)	876,5	5	175,30	351,9	18	19,55	8,967	**0,000205**
Comp. da panícula (cm)	55,5	5	11,10	25,6	18	1,42	7,816	**0,000461**
Altura total (cm)	833,9	5	166,77	514,1	18	28,56	5,840	**0,002243**
Acama	0,0	5	0,00	0,0	18	0,00	-	-

Nota: As probabilidades significativas estão assinaladas a vermelho.

A partir do Quadro 16 é possível dizer que existem diferenças significativas entre as médias das variedades relativamente a todas as variáveis à exceção da "*Emergência DAS*", "*Nº. filhos por planta*", "*Nº. de Colmos por m²*", "*Nº. de panículas por m²*" e "*Acama*".

Vamos de seguida (Quadro 17) proceder à comparação das médias das variáveis que apresentaram variâncias significativas.

Quadro 17 *- Quadro de comparação de médias dos estados fenológicos das variedades em ensaio no COTArroz*

Variedade	*Alongamento do caule* DAS		*Emborrachamento* DAS		*Espigamento* DAS		*Floração* DAS		*Maturação* DAS	
Ariete	66,50	a	82,75	a	90,00	a	94,00	a	120,00	a
Presto	63,00	b	75,00	b	84,00	b	91,00	b	118,00	b
Sprint	67,50	ac	83,25	a	91,50	c	95,25	a	119,75	a
DGAV17095	68,25	cd	92,00	c	98,00	d	101,00	c	124,00	c
DGAV17096	68,50	cd	82,50	a	90,00	a	95,75	a	117,00	d
DGAV17097	69,50	d	90,25	d	96,25	e	100,00	c	129,00	e

Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de LSD, com uma probabilidade de 0,05.

Da leitura do Quadro 17, podemos verificar que existem diferenças significativas entre as variedades no que se refere à duração da fase de início do alongamento do caule, exceto entre: as variedades Ariete e Sprint; as variedades Sprint, DGAV17095 e DGAV17096; e as variedades DGAV17095, DGAV17096 e DGAV17097. A variedade Presto, que apresenta uma duração de 63,00 DAS, é a de ciclo mais curto, enquanto que a variedade DGAV17097, que apresenta uma duração de 69,50 dias após sementeira, é a de ciclo mais longo.

Quando se procede à observação da fase de *Emborrachamento* (Quadro 17), as variedades Ariete, Sprint e DGAV17096 tem durações semelhantes em torno dos 83 DAS, enquanto as outras variedades são todas diferentes entre elas, destacando-se as variedades Presto, que apresenta a menor duração de 75 DAS, e a DGAV17095, que apresenta a maior duração de 92 DAS.

Na duração da fase do *Espigamento* (Quadro 17) as variedades apresentam-se todas significativamente diferentes entre elas, exceto as variedades Ariete e DGAV17096, que apresentam 90 DAS. A variedade DGAV17095 apresenta a duração mais longa, de 95 DAS, enquanto a variedade Presto apresenta a duração mais curta, de 84 DAS.

Na fase de *Floração*, como é possível verificar no Quadro 17, as variedades Ariete, Sprint e DGAV17096 apresentam durações semelhantes de 95 DAS. Enquanto a variedade DGAV17097 apresenta uma duração em DAS, de 100,00 a variedade Presto apresentam 91 DAS.

A nível de *Maturação* (Quadro 17) as variedades apresentam-se significativamente diferentes DAS, excetuando a variedade Ariete e Sprint (120,00). A variedade DGAV17097 apresenta um ciclo de 117,00 DAS de duração enquanto a DGAV17097 apresenta um ciclo de 129,00 DAS.

Pode-se concluir que todas as variedades, á exceção das variedades Ariete e Sprint, têm durações totais do ciclo significativamente diferentes entre elas. A variedade DGAV17097 é a que apresenta o ciclo mais longo de 129,00 DAS. Pelo contrário a variedade DGAV17096 foi a que apresentou o ciclo mais curto de 117,00 DAS.

As variedades Presto, Sprint, Ariete e DGAV17095 têm ciclos de duração intermédia e crescente, respetivamente.

Quadro 18 *- Quadro de comparação de médias da variável Nº grãos/ 10 panículas;*

Variedade	*Nº grãos/ 10 panículas*	
Ariete	1084,25	a
Presto	804,25	b
Sprint	781,25	b
DGAV17095	860,25	b
DGAV17096	803,25	b
DGAV17097	838,75	b

Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de LSD, com uma probabilidade de 0,05.

Na observação do Quadro 18, é possível concluir que a variável, *nº de grãos por 10 panículas*, é muito semelhante em todas as variedades excetuando a variedade Ariete, que apresenta um número superior e diferente do das restantes.

Quadro 19 *- Comparação das médias das variáveis em estudo, Altura do colmo(cm); Comprimento da panícula (cm); Altura total (cm);*

Variedade	*Altura do colmo* (cm)		*Comprimento da panícula* (cm)		*Altura total* (cm)	
Ariete	72,75	a	13,75	a	86,50	a
Presto	58,00	bc	16,42	b	74,42	bc
Sprint	59,58	b	14,25	a	73,83	bc
DGAV17095	61,67	b	18,00	b	79,67	ab
DGAV17096	59,58	b	16,50	b	76,08	bd
DGAV17097	52,75	c	14,42	a	67,17	c

Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de LSD, com uma probabilidade de 0,05.

A variável *altura do colmo* e a variável *comprimento da panícula* são variáveis que, somadas, determinam a *altura total* da planta.

Em relação às variáveis *altura do colmo* e *altura total*, as variedades são significativamente semelhantes, exceto a variedade Ariete e DGAV17097 (Quadro 19). As variedades Ariete e DGAV17097 apresentam uma *altura total* de 86,5 cm e 67,2 cm, respetivamente, e uma *altura do colmo* de 72,3 cm e 52,8 cm, respetivamente. As restantes, encontram-se todas com alturas intermédias e crescentes (Sprint, Presto, DGAV17096 e DGAV17095, respetivamente).

Em relação a variável *comprimento da panícula*, os resultados obtidos permitem-nos dividir as variedades em dois grupos (Quadro 19): um primeiro, formado pelas variedades Ariete, Sprint e DGAV17097, que apresentam um comprimento médio de cerca de 14 cm; e um segundo, onde se incluem as variedades Presto, DGAV17095, DGV17096, que apresentam um comprimento médio de cerca de 17 cm.

3.6. Apresentação e análise comparativa dos ciclos fenológicos e das produções finais das 6 variedades em estudo, em três locais (Mondego, Tejo e Sado)

3.6.1. Análise do ciclo fenológico nas 3 regiões

Para se efetuar esta análise foi necessário a recolha de dados das datas de sementeira, espigamento e maturação fenológica nos três locais, Mondego, Tejo e Sado onde se realizaram os ensaios da Rede Nacional de Ensaios.

As datas de sementeira, emergência, espigamento e maturação nos três locais foram notoriamente diferentes, como é possível verificar no Quadro 20.

Quadro 20 *- Datas de Sementeira, Espigamento e Maturação Fenológica dos três locais em estudo*

	São Romão do Sado				*Paúl de Magos*				*Bico da Barca*			
Variedade	Sado				Tejo				Mondego			
	S (1)	Em. (2)	E (3)	M (4)	S (1)	Em. (2)	E (3)	M (4)	S (1)	Em. (2)	E (3)	M (4)
Ariete	04/06	11/06	25/08	04/10	24/05	11/06	23/08	21/09	18/05	29/05	18/08	22/09
Presto	04/06	11/06	26/08	03/10	24/05	11/06	16/08	19/09	18/05	29/05	13/08	16/09
Sprint	04/06	11/06	31/08	07/10	24/05	11/06	24/08	21/09	18/05	30/05	17/08	20/09
DGAV17095	04/06	11/06	05/09	08/10	24/05	11/06	30/08	25/09	18/05	30/05	21/08	30/09
DGAV17096	04/06	11/06	26/08	07/10	24/05	11/06	22/08	18/09	18/05	29/05	18/08	22/09
DGAV17097	04/06	11/06	30/08	15/10	24/05	11/06	29/08	30/09	18/05	29/05	21/08	02/10

Datas referentes ao ano de 2018, dos três locais em estudo.
(1) Sementeira; (4) Emergência; (3) Espigamento; (4) Maturação Fenológica

Através das Figuras 41, 42 e 43, é possível comparar as datas de emergência, espigamento e maturação fenológica, em DAS, para os três locais.

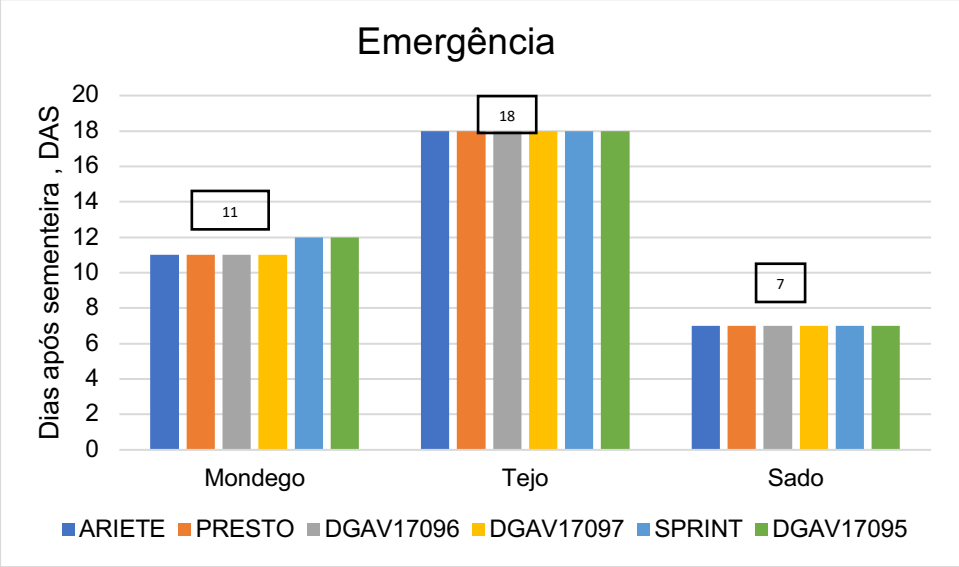


Figura 41 *- Datas de emergência, em DAS, dos três locais em estudo na RNE.*

As datas de emergência das variedades em estudo (Figura 41) foram bastante homogéneas para cada local, observando-se notórias diferenças entre o número de DAS, nos três locais.

Assim verifica-se que o tempo decorrido entre a sementeira e a emergência foi menor no Sado (7 DAS), seguindo-se o Mondego (11 DAS) e, por último o Tejo (18 DAS).

Esta diferença de dias explica-se pelas diferenças de temperaturas mínimas que se fazem sentir nas regiões. As temperaturas mínimas são fulcrais para o desenvolvimento das plântulas. E como na região do Tejo as temperaturas mínimas desde da sementeira até à data de emergência foram perto dos 12 - 13 º C, foi necessário mais tempo para se atingir o somatório de temperaturas necessárias para se iniciar a germinação.

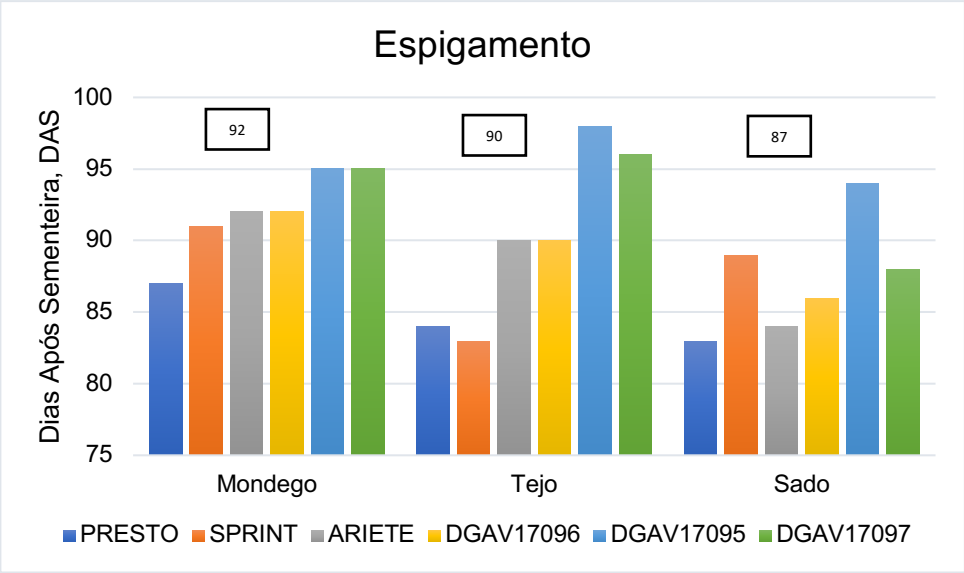


Figura 42 *- Datas de espigamento, em das, dos três locais em estudo na RNE.*

Na Figura 42, relativa aos DAS da fase de espigamento, é possível observar que as variedades têm comportamentos de ciclo fenológico diferentes. As variedades Presto e Sprint foram as mais precoces nas três regiões. Na região do Tejo (Paúl de Magos) o Sprint espigou antes do Presto, o que não se observa em mais nenhuma região. As variedades DGAV17095 e DGAV17097 foram as mais tardias a espigar no Mondego (Bico da Barca) e no Tejo (Paúl de Magos), o mesmo não se observou relativamente á DGAV17097 no ensaio realizado na região do Sado (São Romão do Sado).

Em média, as variedades levaram menos tempo a espigar na região do Sado, depois no Tejo e por fim no Mondego.

A região do Sado (São Romão do Sado) regista temperaturas, até a data de espigamento, mais elevadas e perto dos 30 º C, o que faz com que as variedades atinjam mais cedo as datas de espigamento.

Através da Figura 43, relativa aos DAS da fase de maturação é possível verificar as diferenças existentes entre as variedades em estudo nos três locais.

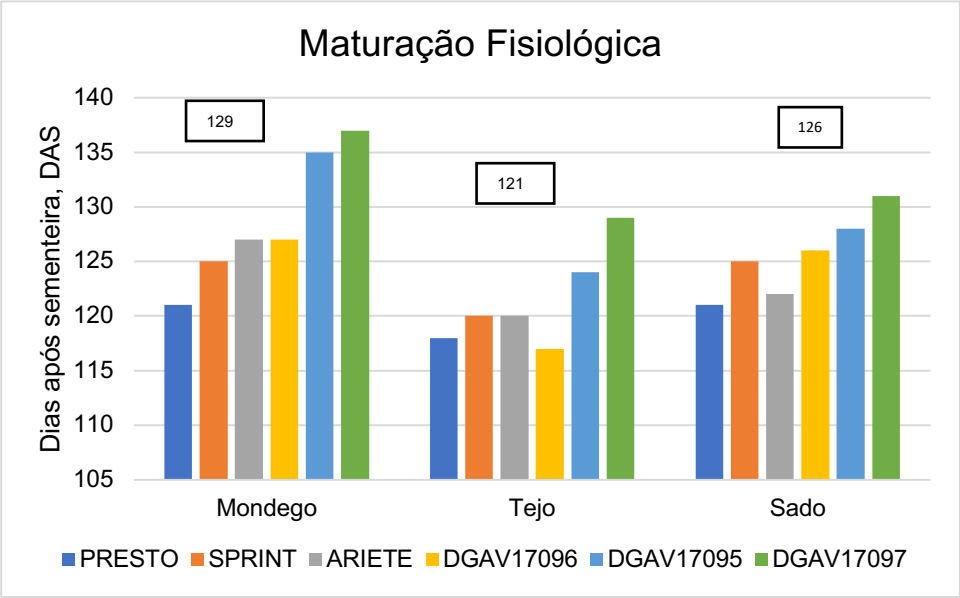


Figura 43 *- Datas de maturação fenológica, em DAS, das variedades nos três locais em estudo na RNE*

Da observação da Figura 43, é possível verificar que as variedades apresentam ciclos fenológicos distintos. A variedade Presto foi aquela que se apresentou como a mais precoce nas três regiões, enquanto a variedade DGAV17097 foi a mais tardia.

No entanto, na região do Tejo (Paúl de Magos) a variedade DGAV17095 atingiu a fase de maturação fisiológica antes da variedade Presto, o que não se observou em mais nenhuma região.

A variedade Ariete na região do Sado (São Romão do Sado) maturou antes da variedade Sprint, o que não se verificou em mais nenhuma região.

Apesar de na região do Tejo as variedades terem atingido a data de emergência mais tarde, foi neste local que as variedades atingiram mais cedo a maturação fisiológica.

Todos estes factos, podem ser explicados pela evolução da integral térmica calculada para as três regiões, cujo os valores totais da temperatura média acumulados entre a sementeira e a maturação foram de: 2585,00ºC na região do Tejo; 2587,30ºC na região do Mondego e de 2786,60ºC no Sado (Figura 44).

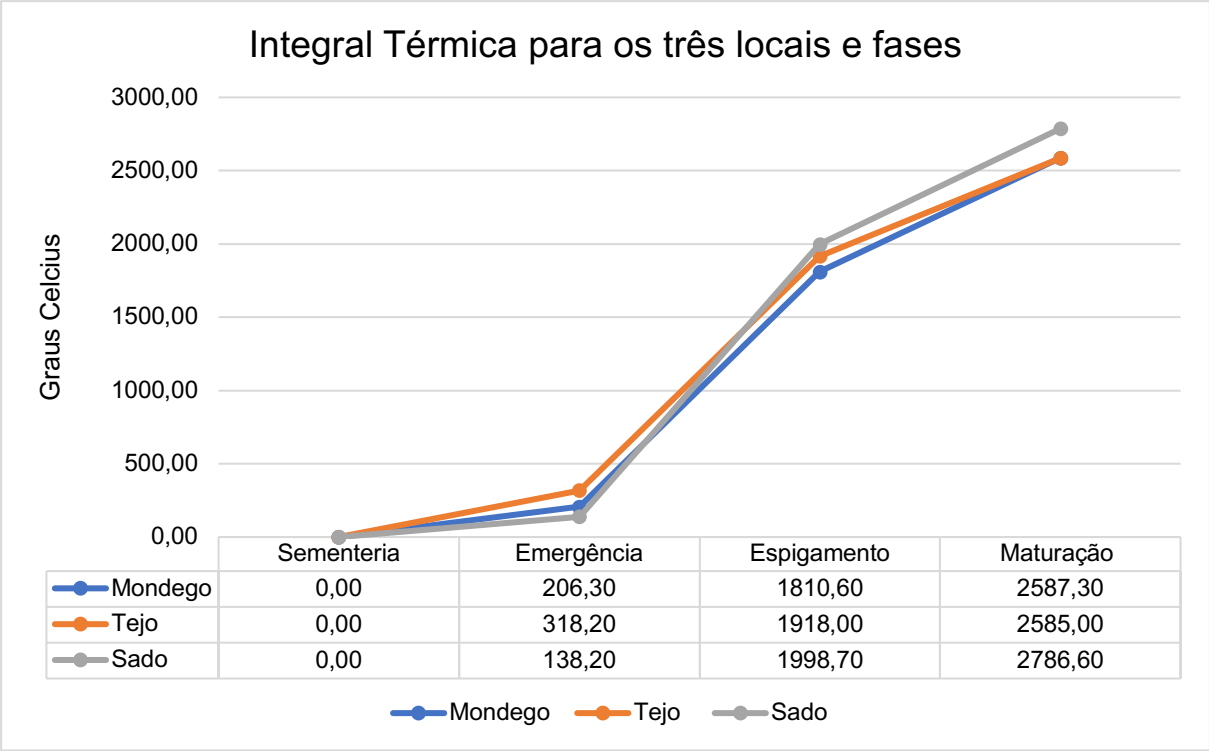


Figura 44 *- Integral térmica para os três locais e para as mesmas fases fenológicas no ano de 2018, com base nas temperaturas médias.*

3.6.2 Análise da Produção de Grão

Após a colheita das plantas foi possível proceder ao peso do grão e deste modo obter a produção final de grão de cada umas das variedades e linhas avançadas em estudo. Procedeu-se ainda à determinação do peso de 1000 grãos. Uma vez que estes dados foram recolhidos após a entrega da dissertação provisória, não foi possível efetuar uma análise estatística dos dados.

As produções de grão e os pesos de 1000 grãos para as diferentes variedades e linhas avançadas estudadas são apresentadas no quadro 21.

Quadro 21*- Peso de 1000 grãos e Produções finais dos três locais em estudo*

Variedades	*Peso de 1000 grãos (gramas)*			*Produção (ton/ha)*		
	Tejo	*Sado*	*Mondego*	*Tejo*	*Sado*	*Mondego*
Ariete	27	27	26	5,9	2,9	8,3
Presto	29	25	33	5,3	4,9	6,7
Sprint	-	-	27	-	-	9,1
DGAV17095	-	-	27	-	-	8,3
DGAV17096	31	33	35	5,3	6,3	9,1
DGAV17097	30	30	28	5,2	5,1	8,8

As variedades Sprint e DGAV17095 não apresentam dados nos ensaios do Tejo e Sado (Quadro 21) devido a não terem sido colhidas por eliminação precoce destes ensaios.

A variedade Presto é aquela que se apresenta no Sado, como a variedade que tem um menor peso de 1000 grãos, contrariamente ao observado nos ensaios do Tejo e Mondego. O mesmo ficou a dever-se ao ataque importante de piriculariose sofrida por esta variedade no Sado, tendo como consequência elevado valor de grãos brançados (mal cheios). Neste mesmo local a variedade DGAV17096 foi aquela que se apresentou com maior peso de 1000 grãos, tal como no Tejo. A variedade, no Tejo, que obteve um menor peso de 1000 grãos foi a variedade Ariete (Figura 45).

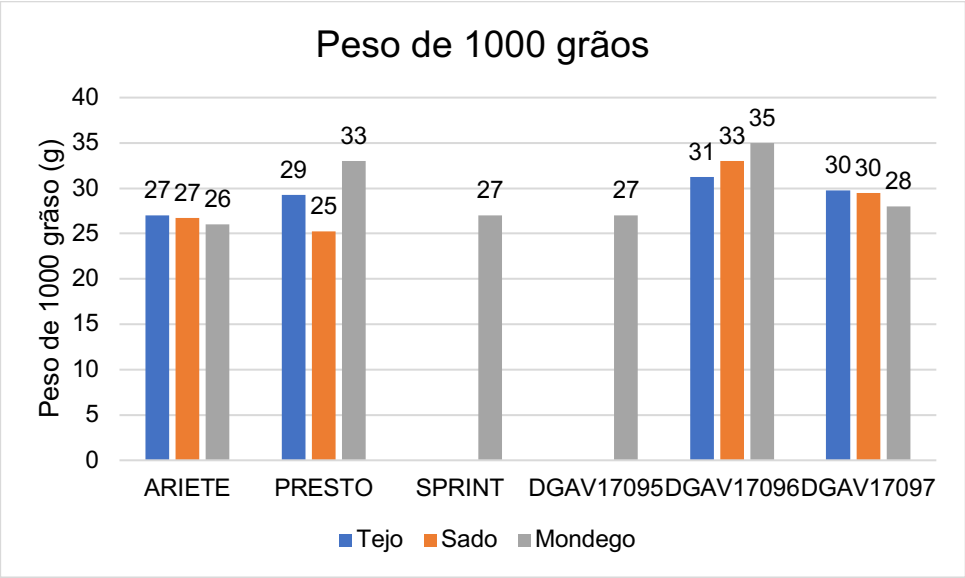


Figura 45 *- Peso de 1000 grãos para as variedades em estudo nos ensaios multi-locais.*

Ao nível das produções de grão é possível observar que as variedades no Tejo produziram entre as 5 e 6 ton/ha (Quadro 21). A variedade DGAV17097 foi a que produziu menos (5,2 ton/ha) e a Ariete a mais produtiva (5,9 ton/ha).

No Sado, a variedade mais produtiva foi a DGAV17096 e a menos produtiva Ariete, com 6,3 ton/ha e 2,9 ton/ha, respetivamente (Quadro 21).

No Mondego, a variedade mais produtiva foi a Sprint e DGAV17096 (ambas com 9,1 ton/ha) e a variedade Presto a menos produtiva com 6,7 ton/ha, como é possível observar na Figura 46.

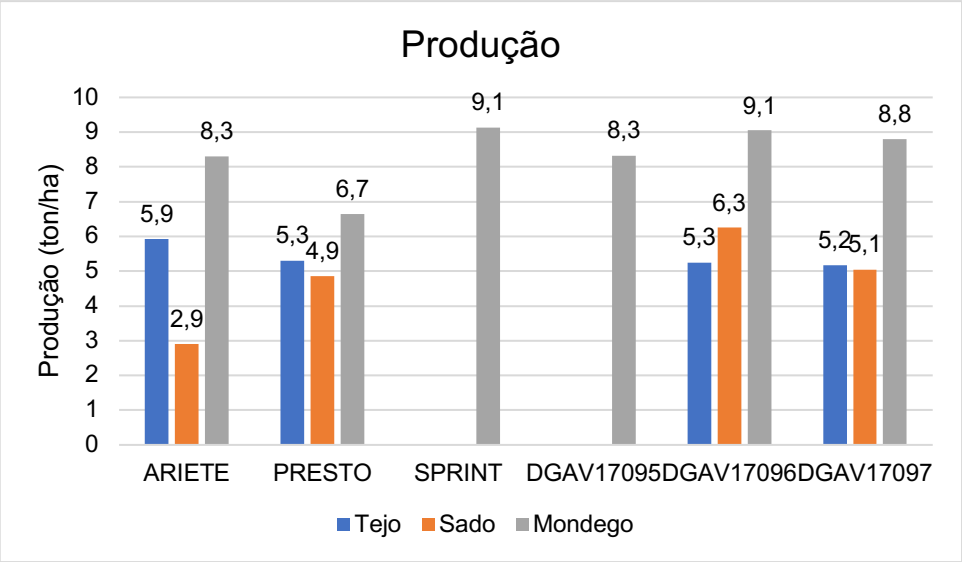


Figura 46 *- Produção Final das variedades nos ensaios multi-locais.*

4. Conclusões

A partir dos resultados deste trabalho é possível retirar as seguintes conclusões:

- No caso do ensaio realizado em Salvaterra de Magos, observou-se que as variedades candidatas apresentam ciclos ora mais longos (DGAV17095 e DGAV17097) ora mais curtos (DGAV17096) do que as variedades comerciais testemunhas (Ariete, Sprint e Presto).
- No que diz respeito ás duas doenças avaliadas, podemos concluir que a variedade que tem uma maior sensibilidade a ambos os fungos foi a variedade Presto. A variedades mais resistente à *Piriculariose* foi a DGAV17097 enquanto a mais resistente à *Helmintosporiose* foi a DGAV17096.
- No caso dos ensaios multi-locais as variedades revelaram grande plasticidade de comportamentos consoante a região onde foram realizadas. Para a generalidade das variedades, observaram-se ciclos mais curtos na região do Tejo e mais longos na região do Mondego.
- Analisando as produções de grão é possível concluir que apesar dos ciclos culturais serem mais longos, foi no Mondego que se obtiveram as produções mais elevadas. No presente estudo, o Sado foi a região que se apresentou como a menos produtiva.
- A variedade Ariete foi a menos produtiva no Mondego e no Sado, tendo sido a mais produtiva no Tejo. A variedade DGAV17096 foi uma das menos produtivas no Tejo, tendo sido a mais produtiva no Mondego e Sado.
- No Quadro seguinte, apresenta-se um resumo das performances mais contrastantes (com melhor e pior performance) relativamente a alguns dos parâmetros estudados no presente trabalho.

Quadro 22 *– Quadro resumo das performances mais contrastantes entre as variedades*

	Componentes de Produção				**Resistência a doenças**	
	Filhos/planta	*Colmos/m²*	*Nº. Panículas/m²*	*Nº. Grãos /10 panículas*	*Piriculariose*	*Helmintosporiose*
Melhor	Sprint (12)	Sprint (573)	Sprint (534)	Ariete (1084	DGAV17097	DGAV17096
Pior	Ariete (7)	Ariete (389)	Ariete (334)	Sprint (780)	Presto	Presto

Quadro 23 *- Quadro resumo das produções mais contrastantes entre as variedades*

	Produções (ton/ha)	
Regiões	**Mais produtiva**	**Menos produtiva**
Tejo	*Ariete (5,9)*	*DGAV17097 (5,2)*
Sado	*DGAV17096 (6,3)*	*Ariete (2,9)*
Mondego	*Sprint e DGAV17096 (9,1)*	*Presto (6,7)*

Nos parâmetros dos componentes de produção as melhores e piores performances foram observadas nas variedades comerciais, utilizadas como testemunhas de comparação (Quadro 22).

Na avaliação da resistência às doenças, a melhor performance não foi observada numa variedade comercial. Foi possível observar a mesma tendência para a produção de grão (Quadro 23), a variedade DGAV17096 revelou-se como uma das mais produtivas no Sado e Mondego.

5. Bibliografia

ALMEIDA, A.S. (2017) - *Fatores de Stress na Agroindústria*. Documento de apoio à aula lecionada nos cursos de Mestrado de Tecnologias de Produção e Transformação Agro- industrial e no curso de Mestrado de Fitotecnologia Nutricional para a saúde humana, no dia 2 de Maio de 2017 na FCT/UNL. p.p.100

ALVAREZ, R.C.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; TRIVELIN, P.C.O.; RODRIGUES, J.D. e ALVAREZ, A.C.C. (2007) – *Influência do etil-trinexapac no acúmulo, na distribuição de nitrogênio (15N) e na massa de grãos de arroz de terra altas.* Revista Brasileira de Ciência do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 6, p. 1487-1496, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/5646>.

CASTELO, P.M.G. (2009) - *Alternativas tecnológicas para a produção de arroz*. Dissertação para obtenção do grau de mestre de Engenharia Agronómica, ISA, UTL, Lisboa.

COELHO, J.C. (2017) – *A cultura do Arroz*. Documento de apoio à aula lecionada no curso de Mestrado de Engenharia Agronómica, no dia 9 de Maio de 2017 no ISA/UL. p.p.42

COSTA, J.B. (1973) – *Caracterização e constituição do solo*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

FAGERIA, N. K. *et al*. (2011) - Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. *Journal of Plant Nutrition*, Athens, v. 34, n. 3, p. 361-370, 2011

FARIA, R.L. e PAZ, B. J. (2002) - *Aproveitamentos Hidroagrícolas do Grupo II, em exploração.* Instituto de Hidráulica, Engenharia Rural e Ambiente. Direção de serviços dos recursos naturais e dos aproveitamentos hidroagrícolas, Divisão de apoio aos perímetros de aproveitamento Hidroagrícola. Setembro, 2002.

FIGUEIREDO, N.M.R. (2011) – *Dinâmica do Azoto em Campos Alagados para Produção de Arroz, em Salvaterra de Magos.* Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. (2006) - Manual *da cultura do arroz.* Jaboticabal: Funep, 2006.

GITTI, C.; ARF, O.; PERON, I.B.G.; PORTUGAL, J.R.; CORSINI, D.C.D.C.; RODRIGUES, R.A.F. (2011) - *Glyphosate como regulador de crescimento em arroz de terras altas*. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 41, n. 4, p. 500-507, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/72727>.

GOMES, C. e ALMEIDA, A.S. (2017) – As doenças mais comuns no arroz, em Portugal. *A Voz do Campo* n.º 202 (março, 2017)

GOVERNO DE PORTUGAL (2017) - Decreto-Lei nº 157/2017, que estabelece as características a que devem obedecer o arroz de espécie *Oryza Sativa* L. e a trinca de arroz destinados ao consumidor final, sendo fixados os respetivos tipos e classes comerciais e definidas as normas técnicas relativas à comercialização, acondicionamento e rotulagem desde produtos, sem prejuízo da legislação aplicável em matéria de informação ao consumidor e de rotulagem. *Diário da República*, 1ª série – Nº 248, de 28 de dezembro: 6719-6723.

LIVINGSTON, B.E.; HAASIS, F.W. (1933) – Relations of time and maintained temperature to germination percentage for a lot of rice seed. *Annual Journal of Botany,* 20: 596-615.

LONG, S.P. (1991) - Modification of the response of photosynthetic productivity to rising temperature by atmospheric CO2 concentrations: Has its importance been underestimated? *Plant, Cell and Environment,* v.14, n.8, p.729-739, 1991. Disponíve em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-3040.1991.tb01439.x Acesso em: 2 junho. 2018

MACHADO, J.P.R. (1991) – *Principais factores determinantes na germinação do arroz em sementeira enterrada*. Relatório do trabalho de fim de curso de Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

MODESTO, M.L. (2004) – *O Arroz Carolino uma jóia da nossa gastronomia. Brochura para Festival do Arroz, Comporta*. COTArroz, Salvaterra de Magos.

MONTERO, P.; DOMINGO, C.; PLA, E.; TOMÀS, N.; CATALÀ, M.M.; (2017) – *Manual de buenas práticas em el cultivo del arroz.* Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Junio, 2017.

NOGGLE, G.R. e G.J. FRITZ (1976) - *Introductory plant physiology.* Prentice Hall, London

NUNES, MANUEL (2016) – Caracterização climática de Coimbra-Bencanta, baseadas nas estações meteorológicas situadas na ESAC. Escola Superior Agrária de Coimbra, Universidade de Coimbra, Janeiro de 2016.

PEREIRA, L.A. (1989) – Gestão da rega do arroz. Dissertação para efeitos de prestação de prova de doutoramento, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica Lisboa.

PORTERO, M. A. (2001) - *Cultivo del arroz en el Sur de España*. Caja de Ahorros El Monte.

PORTERO, M. A. (2010) – *Producción Integrada del arroz en el Sur de España*. Sevilha.

ROMERO, F.B. (1989) – *Semillas, Biologia y Tecnologia*. Ediciones Mundi Prensa, Madrid.

ROSENBERG, N.J. et al (1983) - *Microclimate: the biological environment*. New York: John Wiley & Sons, 495p.

ROY, R.N.; FLINK, A.; BLAIR, G.J. & TANDON, H.L.S. (2006) – *Plant Nutrition for Food Security. A Guide for Integrated Nutrition Management.* Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, 348 pp

SCHALBROECK, J. J. (2001) - Rice. *Oryza sativa* L., p. 57 – 77 in: Corp Production in Tropical Africa. Ed: Roman H. Raemaekers. Directorate General for International Co- operation Ministery of Foreign Affaires, External Trade and International Co-operation. Brussels, Belgium.

SINGH, A.K.; CHANDRA N.; BHARTI, R.C. (2012) - *Effects of Genotype and Planting Time on Phenology and Performance of Rice (Oryza sativa L.). Vegetos,* Vol.25(1):151-156 (2012). Bihar, India.

SILVA, A.J. (1986) – *A cultura do arroz* (*Oryza sativa L.*), Relatório de Estágio de Licenciatura em Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.

SILVA, C.L. (2014) – Avaliação da qualidade de uma coleção de germoplasma de arroz, Trabalho realizado para obtenção do grau mestre em Engenharia Agronómica, Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior Agrária de Santarém.

SILVA, M.V. (1983) – *A cultura do arroz*. Coleção Técnica Agrária. Clássica Editora, Lisboa.

SIONIT, N.; STRAIN, B.R.; FLINT, E.P.; (1987) - Interaction of temperature and CO2 enrichment on soybean: photosynthesis and seed yield. *Canadian Journal of Plant Science,* v.67, n.3, p.629-636.

SIQUEIRA, O.J.W. et al. (2001) - Efeitos potenciais das mudanças climáticas na agricultura brasileira e estratégias adaptativas para algumas culturas. In: LIMA, M.A. et al. Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira. *EMBRAPA,* p.33-63.

SOLTANI, A. et al. (2001) - Simulating GFDL predicted climate change impacts on rice cropping in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology,* v.3, p.81-90, 2001. Disponível em: <http://www.sid.ir/En/VEWSSID/J_pdf/84820010201.pdf>. Acesso em: 2 junho 2018.

SOUSA, E.O.; SILVA, M.V. (1942) – *Influência da temperatura na germinação de algumas formas cultivadas de arroz.* Agronomia Lusitana, 4(4):323-338.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. (2004) - *Fisiologia vegetal, 3º edição*. Porto Alegre: Artemed, pp. 719;

VERGARA, B.S. (1976) – *Physiological and morphological adaptability of rice varieties*. IRRI, Los Baños, Philippines, pp.67-86.

VIANNA E SILVA, M. (1969) – *Arroz*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa: 451 pp.

VU, J.C.V. et al. (1997) - Effects of elevated CO2 and temperature on photosynthesis and Rubisco in rice and soybean. *Plant, Cell and Environment,* v.20, n.1, p.68-76. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-3040.1997.d01-10.x. Acesso em: 05 Junho de 2018. doi: 10.1046/j.1365-3040. 1997.d01-13.x.

WIEGAND, C.L.; CUELLAR, J.A (1981) - Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. *Crop Science*, v.21, n.1, p.95-101.

YOSHIDA, S. (1981) – *Fundamentals of rice crop science*. International Rice Research Institute, Los Banõs, Filipinas.

Anexos

Anexo 1 *- Mercado Mundial de Arroz (Adaptado de FAOSTAT, 2018)*

Ano	**Produção** (1) *(milhões toneladas)*	**Oferta** (2) *(milhões toneladas)*	**Consumo** *(milhões toneladas)*	**Troca** (3) *(milhões toneladas)*	**Armazenamento** (4) *(milhões toneladas)*	**Ratio Consumo / Armazenamento mundial** *(percentagem)*	**Ratio Exportadores / Consumo** (5) *(percentagem)*
2007/08	435,7	530,8	433,1	30,2	98,0	22,1	15,8
2008/09	457,1	555,1	443,2	29,9	115,4	25,8	22,4
2009/10	453,6	568,9	447,3	32,3	120,5	26,3	21,9
2010/11	466,9	587,4	459,3	36,7	126,7	27,1	21,2
2011/12	483,4	610,1	467,5	40,5	142,4	30,1	25,1
2012/13	488,1	630,5	473,7	40,1	156,6	32,3	27,9
2013/14	494,4	651,0	484,3	45,5	166,1	33,9	28,9
2014/15	493,6	659,7	490,0	45,1	168,6	34,2	24,5
2015/16	490,8	659,4	492,3	41,5	167,2	33,6	19,7
2016/17	500,9	668,1	497,9	47,4	168,7	33,5	18,6
2017/18	502,2	670,8	503,6	46,0	170,4	33,3	16,9

(1) Os dados de produção são referentes ao ano inicial exibido. A produção de arroz é expressa em trincas.
(2) Produção mais o armazenamento inicial (ano anterior).
(3) Os dados da exportação são referentes a Julho/Junho para trigos e grãos grosseiros e para arroz de Janeiro/Dezembro (ano seguinte exibido).
(4) As diferenças de oferta e consume podem não ser iguais devido as campanhas de marketing de cada país.
(5) Os maiores exportadores de arroz são a Índia, Paquistão, Tailândia, Estados Unidos e Vietnam. Sendo o consumo definido pelo o consumo próprio e exportado em qualquer época do ano desse pais.
(6) Os dados de produção são referentes ao ano inicial exibido. A produção de arroz é expressa em trincas.
(7) Produção mais o armazenamento inicial (ano anterior).
(8) Os dados da exportação são referentes a Julho/Junho para trigos e grãos grosseiros e para arroz de Janeiro/Dezembro (ano seguinte exibido).
(9) As diferenças de oferta e consume podem não ser iguais devido as campanhas de marketing de cada país.
(10) Os maiores exportadores de arroz são a Índia, Paquistão, Tailândia, Estados Unidos e Vietnam. Sendo o consumo definido pelo o consumo próprio e exportado em qualquer época do ano desse pais.

Anexo 2 - *Arroz na União Europeia (Adaptado de AMIS MARKET DATABASE)*

Ano	**Produção** [1] (Milhões Toneladas)	**Oferta** [2] (Milhões Toneladas)	**Consumo** [3] (Milhões Toneladas)	**Exportação** [4] (Milhões Toneladas)	**Importação** (4) (Milhões Toneladas)	**Armazenamento** [5] (Milhões Toneladas)
2007/8	1.670	2.081	3.020	0.152	1.587	0.496
2008/9	1.523	2.019	2.830	0.140	1.354	0.403
2009/10	1.927	2.331	2,931	0.241	1.344	0.503
2010/11	1.885	2.388	3.076	0.257	1.417	0.471
2011/12	1.912	2.383	2.982	0.213	1.306	0.494
2012/13	1.886	2.380	3.036	0.205	1.402	0.540
2013/14	1.758	2.298	3.135	0.239	1.547	0.471
2014/15	1.719	2.190	3.193	0.269	1.714	0.441
2015/16	1.793	2.234	3.235	0.271	1.814	0.542
2016/17	1.830	2.372	3.316	0.319	1.843	0.580
2017/18	1.756	2.336	3.371	0.365	1.970	0.570

[1] Produção referente ao montante total colhido antes de qualquer dedução de perdas após colheita, uso de sementes, entre outros.
[2] Oferta referente ao armazenamento interno do ano anterior e da produção do na atual.
[3] Consumo inclui alimentos, rações e outras utilizações.
[4] Comercialização (importações e/ou exportações) baseia-se na campanha anual de marketing de cada país.
[5] Armazenamento final refere-se ao produto que fica armazenado após campanha de comercialização.

Anexo 3 *– Arroz em Portugal (Adaptado de FAOSTAT, 2019)*

Ano	**Área Cultivada** *(ha)*	**Produção** *(toneladas)*	**Rendimento** *(hg/ha)*
2007/08	26903	156203	58062
2008/09	26334	150680	57219
2009/10	28470	161761	56818
2010/11	29120	170216	58453
2011/12	31436	185016	58855
2012/13	31174	187028	59995
2013/14	30177	180155	59699
2014/15	28754	167322	58191
2015/16	29142	184918	63454
2016/17	29149	169289	58077
2017/18	28944	179777	62112

Anexo 4 *– Análise Físico-químicas dos Solos de Bico da Barca, Coimbra*

Data de Entrada: 10-04-2015

	Nº Laboratório	**49067**	
Parâmetros	**Referência**	EVA	
Textura de campo			**Pesada**
Terra fina (ø< 2mm)	%	100	
Mat. orgânica	%	2,53	**Média**
pH (H_2O)		5,2	**Ácido**
pH (KCl)			
Condutividade Eléct.	mS cm^{-1}		
Fósforo extraível	mg P_2O_5 kg^{-1}	133	**Alto**
Potássio extraível	mg K_2O kg^{-1}	153	**Alto**
Boro	mg B kg^{-1}		
Calcário Activo	%		
Cloretos	me Cl^- $100g^{-1}$		
Potássio	me K^+ $100g^{-1}$	0,30	**Médio**
Sódio	me Na^+ $100g^{-1}$	0,19	**Baixo**
Cálcio	me Ca^{2+} $100g^{-1}$	3,48	**Baixo**
Magnésio	me Mg^{2+} $100g^{-1}$	0,56	**Baixo**
Cobre extraível	mg Cu kg^{-1}	8,89	**Alto**
Zinco extraível	mg Zn kg^{-1}	2,58	**Médio**
Ferro extraível	mg Fe kg^{-1}	605,20	**Muito Alto**
Manganês extraível	mg Mn kg^{-1}	7,51	**Baixo**
Azoto mineral	mg N-NO_3^- kg^{-1} mg N-NH_4^+ kg^{-1}		
Azoto Kjeldahl	%		
			Valores-limite *
Cobre total	mg Cu kg^{-1}		**50**
Zinco total	mg Zn kg^{-1}		**150**
Crómio total	mg Cr kg^{-1}		**50**
Chumbo total	mg Pb kg^{-1}		**50**
Cádmio total	mg Cd kg^{-1}		**1**
Níquel total	mg Ni kg^{-1}		**30**
Mercúrio total	mg Hg kg^{-1}		**1**

Anexo 5 *– Análise Físico-químicas dos Solos de Paúl de Magos, Salvaterra de Magos.*

iniav Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.

RELATÓRIO PARCIAL DE ANÁLISE DE TERRA

IPAC acreditação

Requeitante:. Cotarroz
Paúl de Magos
2120-014 SALVATERRA DE MAGOS

Concelho Salvaterra de Magos Profundidade 0-20 cm
Freguesia Salvaterra de Magos Cultura Arroz (a realizar)
s/ Ref. 1332 - Centro - 3 - Cotarroz

Nº Lab. 1332
Inicio Análise 17-07-2017
Fim Análise 16-08-2017

PARÂMETROS		RESULTADOS	INTERPRETAÇÃO ** (MUITO BAIXO / BAIXO / MÉDIO / ALTO / MUITO ALTO)
Fósforo extraível **	P2O5 mg/kg	159	
Potássio extraível **	K2O mg/kg	185	
Magnésio extraível **	Mg mg/kg	>220	
Matéria Orgânica **	%	2,80	
Textura **			Média
pH(H2O) a)		6,2	Pouco ácido
Nec. Cal **	CaCO3 t/ha	0	
Ferro extraível **	Fe mg/kg	>275	
Manganês extraível **	Mn mg/kg	>110	
Zinco extraível **	Zn mg/kg	1,7	
Cobre extraível **	Cu mg/kg	6,9	
Boro extraível **	B mg/kg	falta	

RECOMENDAÇÕES **

.Para uma produção esperada de 8000 kg/ha
.APLIQUE:
.160 kg/ha de azoto (N)
.1 a 4 kg/ha de zinco (Zn)
.0 a 1 kg/ha de cobre (Cu)
.Aplique metade a um terço do azoto em fundo e o restante em uma ou duas coberturas
.Não use adubos com azoto na forma nítrica. Se aplicar ureia, mantenha o arrozal sem água durante três dias
.Nas zonas mais a Norte do País, reduza as quantidades de azoto recomendadas em cerca de 25%

O Responsável técnico pelo Laboratório de Análise de Solos

Raquel Mano

Os ensaios assinalados com ** estão fora do âmbito da acreditação, tal como a interpretação e as recomendações de fertilização

IMP 5.10-01.28/2 (02.2017) Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. 1/2

Anexo 6 *– Análise Físico-químicas dos Solos de Vale de Gaio, Alcácer do Sal*

ULab.pt
Laboratório de Análise de Solos e Plantas
J. QUELHAS DOS SANTOS

análise realizada para

APARROZ

cliente - **Aparroz**

identificação da amostra

nº laboratório - **8468 (S16)**
referência - Lusarroz 1 cima
proprietário - Aparroz
morada - *Alcácer do Sal*
parcela - **.**

data de registo - 12-08-2016
técnico responsável - *Rodrigo Capela*

caracterização da amostra

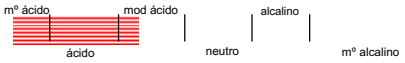
concelho - .
profundidade(cm) - não indica

distrito - .
cultura - ***Arroz***

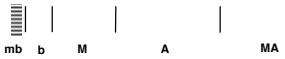
resultados da análise

textura - ***média***

pH água - *5.8*
pH KCl - *4.7*
reacção do solo - ***mod. ácido***



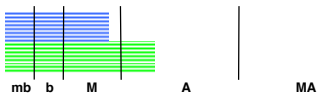
teor de matéria orgânica (%) - *0.38* ***muito baixo***



método de Égner-Riehm:

fósforo extraível (mg P_2O_5 kg^{-1}) - *88* ***médio***

potássio extraível (mg K_2O kg^{-1}) - *127* ***alto***



sugestão de fertilização

produção esperada (t/ha) - não indica*

calagem -	**1000**	kg de calcário agrícola por hectare
azoto -	**160**	unidades (ou kg de N por hectare)
fósforo -	**50**	unidades (ou kg de P_2O_5 por hectare)
potássio -	**80**	unidades (ou kg de K_2O por hectare)
magnésio -	**10**	kg de Mg por hectare
boro -	**3,0**	kg de B por hectare

Notas:
- Em média, descontar cerca de 20 kg de azoto por cada 10 toneladas de estrume ou 10 m3 de chorume
- Aplicar metade do azoto à sementeira, metade em cobertura. Não utilizar azoto nítrico.
.
.

Vila Real, 14-out-2016

João Coutinho

labsolosplantas@utad.pt
259 350 212